COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 DÉCEMBRE 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une ampliation du Décret impérial qui approuve la nomination de *M. Jamin* pour remplir la place laissée vacante, dans la Section de Physique, par le décès de *M. Pouillet*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Jamin** prend place parmi ses confrères.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches chimiques sur les ciments hydrauliques; par* **M. E. Fremy**. (Deuxième communication.)

« Les ciments hydrauliques se produisent, comme Vicat l'a établi, dans la calcination des calcaires argileux. On admet généralement qu'il résulte de l'action de la chaux sur l'argile trois sels qui sont le silicate de chaux, le silicate d'alumine et de chaux, et l'aluminate de chaux; ces composés peuvent, dit-on, s'hydrater dans l'eau, à la manière du plâtre, et donner lieu à la prise hydraulique.

» Les travaux que j'ai entrepris depuis quelques années sur les ciments

ont eu pour but de soumettre cette théorie de l'hydraulicité à l'épreuve de l'expérience.

» Dans le premier Mémoire que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, je crois avoir déjà démontré que la théorie de l'hydraulicité fondée sur l'hydratation ne s'étend pas à tous les corps qui se forment dans la réaction de la chaux sur l'argile.

» Produisant, en effet, des silicates de chaux ou des silicates d'alumine et de chaux dans les conditions les plus diverses, j'ai prouvé que ces sels ne s'hydratent et ne se solidifient jamais dans leur contact avec l'eau, s'ils ne contiennent pas de chaux libre. En m'appuyant sur les belles expériences de MM. Rivot et Chatonay, j'ai établi que, de tous les corps qui prennent naissance dans la calcination d'un calcaire argileux, l'aluminate de chaux est le seul qui ait la propriété de se solidifier dans l'eau en s'hydratant.

» Or, comme l'aluminate de chaux ne se forme pas toujours dans la calcination des calcaires argileux, et que même sa production, dans certains cas, n'est pas nettement démontrée, il fallait chercher une théorie de la prise des ciments hydrauliques qui fût indépendante des phénomènes d'hydratation.

» J'ai émis alors l'opinion que la prise des ciments pourrait être due à un phénomène pouzzolanique, et que les silicates contenus dans les ciments agissaient sur la chaux grasse qui s'y trouve, à la manière des pouzzolanes.

» Je n'ai énoncé cette idée qu'avec une certaine réserve, parce qu'à l'époque de ma première communication, je ne connaissais pas encore tous les caractères des pouzzolanes et leurs différents modes de production.

» Mais aujourd'hui, après avoir étudié les circonstances variées qui donnent naissance aux pouzzolanes et constaté toute l'énergie de leur hydraulicité, j'abandonne définitivement la théorie de l'hydraulicité fondée sur l'hydratation des silicates, et je viens émettre les principes suivants :

» *Un ciment hydraulique est toujours formé de deux parties différentes : l'une est de la pouzzolane et l'autre de la chaux grasse; par conséquent la prise d'un ciment hydraulique est toujours due à un phénomène pouzzolanique.*

» Pour confirmer cette théorie, il fallait démontrer que des pouzzolanes véritables, à prises lentes ou rapides, prennent naissance dans la calcination des calcaires argileux, que leur action sur la chaux grasse explique parfaitement la prise des ciments hydrauliques, et que l'hydraulicité disparaît dès qu'on paralyse le phénomène pouzzolanique.

» Tel est le but des expériences que je vais résumer devant l'Académie dans ce second Mémoire sur les ciments.

» J'établirai d'abord que les seuls éléments de l'argile, lors même qu'ils ne reçoivent pas l'influence de la chaux, pendant la calcination, peuvent donner naissance à des pouzzolanes énergiques.

» On sait qu'une pouzzolane est un corps qui, à l'état isolé, n'exerce aucune action sur l'eau, mais qui, mélangé à la chaux grasse, prend, sous l'influence de l'eau, une dureté comparable à celle de la pierre.

» L'argile, prise à son état normal, c'est-à-dire hydratée, ne présente dans aucun cas les caractères d'une pouzzolane. Mélangée à 20 pour 100 de chaux hydratée, elle ne durcit jamais dans son contact avec l'eau; mais lorsqu'on la calcine à une température convenable, on la transforme en une pouzzolane qui, en agissant sur la chaux grasse, peut se solidifier complétement sous l'eau.

» J'ai examiné avec le plus grand soin ce phénomène curieux qui avait déjà été étudié par Vicat et qui est fondamental pour la théorie de l'hydraulicité.

» J'ai reconnu d'abord que la transformation de l'argile en pouzzolane par l'action de la chaleur est indépendante des corps étrangers que l'argile contient ordinairement, tels que la chaux, la magnésie, les alcalis, l'oxyde de fer.

» Opérant sur des argiles réfractaires très-pures, telles que celles de Forges et du Nord, qui contiennent 65 de silice, 25 d'alumine et 10 d'eau, et qui peuvent être représentées par la formule $(SiO^3)^3, Al^2O^3, 2HO$, je les ai transformées, par la calcination, en pouzzolanes excellentes : les proportions de corps étrangers contenus dans ces argiles sont insignifiantes et sans action sur les propriétés hydrauliques du composé, comme je l'ai reconnu dans de nombreux essais.

» Aussi la propriété pouzzolanique appartient au silicate d'alumine hydraté pur et n'exige pas, pour se manifester, comme on l'a quelquefois soutenu, l'influence de la chaux.

» La transformation de l'argile en pouzzolane est, au contraire, fortement influencée par les conditions différentes de la calcination. Une simple dessiccation est insuffisante pour transformer l'argile en pouzzolane; mais lorsque l'argile est chauffée à 700 degrés environ, c'est-à-dire au rouge naissant, elle se déshydrate complétement, et c'est alors seulement qu'elle se change en pouzzolane; ainsi le développement du caractère pouzzolanique dans l'argile concorde avec sa déshydratation.

» En continuant à chauffer l'argile au rouge et même en l'exposant pendant plusieurs heures à la température élevée que produit un four Siemens, j'ai reconnu qu'on ne faisait pas disparaître les propriétés pouzzolaniques de l'argile calcinée, mais qu'on ralentissait leur manifestation.

» Par des calcinations faites à des températures variables, on peut donc produire, avec de l'argile seule, des pouzzolanes qui seront à prises lentes ou à prises rapides.

» Que se passe-t-il dans la calcination d'une argile?

» Pourquoi ce corps, qui à l'état hydraté n'agissait pas sur la chaux, a-t-il acquis, par la calcination, la propriété de se combiner à cette base?

» Ce fait important peut être facilement expliqué.

» En me fondant sur les réactions que notre illustre confrère M. Chevreul a étudiées et qui constituent les phénomènes d'affinité capillaire, j'admets d'abord que, par la calcination, l'argile a donné naissance à une sorte de tissu minéral poreux qui peut absorber la chaux; on sait que depuis longtemps M. Chevreul attribue la prise des ciments hydrauliques à l'affinité capillaire.

» En second lieu, m'appuyant sur les propriétés de l'argile si bien étudiées par Vicat et sur des faits que j'ai développés dans mes Mémoires sur les acides métalliques, j'explique d'une autre manière le pouvoir pouzzolanique que la chaleur développe dans les argiles.

» Les deux éléments constitutifs de l'argile, c'est-à-dire la silice et l'alumine, étant une fois isolés de l'argile et se trouvant sous des états allotropiques particuliers, possèdent des propriétés pouzzolaniques incontestables qui ont été signalées par Vicat.

» Or il est facile de prouver que la déshydratation de l'argile a pour effet de mettre en liberté une certaine quantité de silice et d'alumine.

» Il suffit, en effet, de chauffer l'argile au rouge et de la traiter ensuite par les acides, pour enlever une proportion considérable d'alumine que les mêmes acides ne pouvaient pas dissoudre avant la calcination.

» La chaleur met donc en disponibilité dans l'argile des éléments qui d'abord se trouvaient combinés entre eux.

» Puisqu'il est établi en outre par des expériences directes que la silice et l'alumine isolées se comportent comme des pouzzolanes, il devient facile de comprendre la transformation de l'argile en pouzzolane par l'action de la chaleur.

» Cette décomposition de l'argile par la calcination ne doit pas surpren-

dre; elle s'accorde parfaitement avec un grand nombre de faits que j'ai développés dans des publications précédentes.

» L'argile, en effet, est un silicate d'alumine hydraté : or, j'ai prouvé qu'il existe un grand nombre de sels hydratés dans lesquels l'eau est constitutive, et qui se décomposent entièrement par le seul fait de la déshydratation ; cette propriété curieuse se constate surtout dans les sels qui contiennent des acides faibles, tels que les acides métastannique, antimonique, antimonieux, plombeux, silicique, etc.

» Dans un de mes derniers Mémoires sur la polyatomicité de l'acide silicique, j'ai même signalé des phénomènes qui s'appliquent directement à l'argile et qui expliquent sa transformation en pouzzolane par la calcination.

» J'ai démontré que certains silicates alcalins de la formule $(SiO^3)^3, MO, Aq$ se décomposent d'une manière si nette, lorsqu'on les déshydrate par la chaleur, que le produit de la calcination, qui d'abord était soluble, s'est transformé en une masse siliceuse insoluble et en alcali libre que l'eau peut enlever.

» C'est une décomposition de cette nature que l'argile éprouve par la calcination ; ses éléments se séparent, au moment de la déshydratation, comme les silicates alcalins dont j'ai parlé.

» On comprend donc facilement que, dans la calcination d'un calcaire argileux, les éléments seuls de l'argile, isolés par la chaleur et se trouvant en présence de la chaux, puissent donner naissance à une prise hydraulique.

» Mais cette explication de la prise des ciments hydrauliques serait incomplète, si je me bornais à faire jouer un rôle pouzzolanique à la silice et à l'alumine, qui sortent des argiles à la suite d'une calcination.

» Il est incontestable que lorsqu'on calcine un calcaire argileux, il se fait autre chose qu'une simple élémination de silice et d'alumine, et que les éléments de l'argile se combinent à la chaux : ce qui le démontre nettement, c'est l'action de l'acide chlorhydrique, qui d'abord ne faisait pas gelée avec le calcaire argileux, et qui, après la calcination, produit une gelée abondante de silice.

» S'il existe des pouzzolanes *binaires* formées uniquement de silice et d'alumine, il s'en trouve aussi de *ternaires* contenant de la silice, de l'alumine et de la chaux ; il peut même s'en produire de plus complexes encore.

» Ce sont ces pouzzolanes contenant plusieurs bases qui prennent naissance lorsqu'un mélange naturel ou artificiel d'argile et de calcaire est sou-

mis à une température élevée : les pouzzolanes naturelles appartiennent à cet ordre de composés.

» Aussi dans la calcination d'un calcaire argileux, il peut se produire deux espèces différentes de pouzzolanes : les unes résultent de la seule modification que l'argile éprouve par l'action de la chaleur ; les autres sont formées par la combinaison de l'argile avec la chaux. Ces deux espèces de pouzzolanes se trouvant en présence de la chaux libre qui existe dans tous les ciments déterminent leur prise hydraulique.

» Pour confirmer cette théorie de l'hydraulicité, il fallait démontrer que tous les ciments sont formés effectivement de deux parties, l'une calcaire et l'autre pouzzolanique ; il s'agissait en outre de prouver que leur prise dans l'eau était bien due à l'action mutuelle de ces deux corps.

» Les expériences suivantes que j'ai étendues à un grand nombre de ciments différents me paraissent donner rigoureusement cette démonstration.

» La présence de la chaux libre dans un ciment se démontre facilement en soumettant le ciment à l'action de tous les dissolvants de la chaux, tels que l'eau, l'eau sucrée, etc.

» Pour établir la constitution pouzzolanique d'un ciment, je soumets à l'action de l'acide chlorhydrique étendu un ciment hydraulique très-actif, comme celui de Pouilly, qui se prend dans l'eau aussi rapidement que le plâtre et dont l'hydraulicité a été attribuée à un phénomène d'hydratation de silicates : l'acide est employé en quantité suffisante pour dissoudre la chaux libre qui se trouve dans le ciment, mais il n'est pas assez concentré pour attaquer la pouzzolane que le ciment contient.

» J'ai constaté que le ciment de Pouilly, ainsi privé de la chaux libre qui s'y trouve, a perdu toutes ses propriétés hydrauliques : la partie insoluble dans l'acide se comporte dans l'eau comme un corps inerte ; elle fait gelée avec les acides concentrés et résulte de la combinaison de la silice avec l'alumine, la chaux et l'oxyde de fer.

» Mais si ce corps qui a résisté à l'action des acides étendus ne possède lui-même aucune propriété hydraulique, il l'acquiert immédiatement dès qu'il est mélangé à la chaux et constitue alors un corps qui présente toute l'hydraulicité du ciment de Pouilly.

» On peut donc admettre que le ciment sur lequel l'expérience précédente a été faite, est bien un mélange pouzzolanique, puisqu'on le paralyse en lui enlevant la chaux qu'il contient et qu'on le régénère en lui rendant la chaux que les acides ont dissoute.

» En présence de tous ces faits, je suis donc conduit à énoncer de la manière suivante la théorie de l'hydraulicité des ciments :

» 1° Tout ciment hydraulique est un mélange de pouzzolane et de chaux; sa prise est due à l'action de la chaux hydratée sur la pouzzolane qu'il contient, et non à l'hydratation des silicates qui se sont produits pendant la calcination.

» 2° Les pouzzolanes présentent les compositions chimiques les plus diverses, elles peuvent être formées par de la silice et par de l'alumine sous certains états allotropiques, par de l'argile calcinée, par des silicates simples ou doubles; je ne parle pas ici des composés magnésiens, parce que leurs caractères hydrauliques ont été bien établis par notre savant confrère H. Sainte-Claire Deville.

» 3° Dans la calcination d'un calcaire argileux, différentes pouzzoulanes binaires et ternaires peuvent prendre naissance; les propriétés hydrauliques du composé dépendront alors de la nature ou de la proportion de l'argile qui se trouvait dans le mélange, et aussi de la température à laquelle la calcination a été portée.

» Ces idées diffèrent d'une manière notable de celles qui sont généralement admises : qu'il me soit permis d'indiquer, en terminant, l'influence qu'elles pourront exercer, selon moi, sur la pratique.

» J'attribue les accidents que l'on observe dans l'emploi des ciments hydrauliques à l'incertitude que présente toujours leur composition : c'est un mélange qui contient des éléments variables; on ne connaît jamais la nature de la pouzzolane qui s'y trouve, et c'est elle cependant qui constitue la qualité réelle du ciment.

» En admettant même que l'analyse chimique ait déterminé avec précision la nature et la proportion des corps qui constituent un calcaire argileux, des différences de température dans la calcination pourront produire avec le même mélange les ciments les plus divers : c'est ce que la pratique constate journellement, puisqu'elle désigne sous les noms différents de *Portland*, de *ciments*, de *chaux hydrauliques*, etc., les parties différemment chauffées d'un même mélange d'argile et de calcaire, et qu'elle ne leur attribue pas la même valeur.

» Pour faire disparaître toutes ces incertitudes, je voudrais que dorénavant, dans la préparation des ciments hydrauliques, on prît pour base des composés bien définis, dont la composition varierait avec les usages auxquels on les destine : en un mot, je voudrais compléter la fabrication des ciments actuels par la production de pouzzolanes artificielles, présentant une con-

stitution certaine, et qui seraient mélangées ensuite aux quantités voulues de chaux grasse.

» Je suis persuadé qu'en agissant ainsi, on obtiendrait des résultats qui n'ont pas été constatés avec les ciments ordinaires.

» Déjà dans mes études sur les différentes espèces de pouzzolanes argileuses, j'en ai rencontré quelques-unes qui, loin d'être altérées par l'action des sels magnésiens, prennent sous cette influence une dureté exceptionnelle.

» En poursuivant mes recherches, j'espère donc trouver *le ciment hydraulique résistant à l'eau de mer* que les anciens connaissaient, et que nos ingénieurs cherchent depuis si longtemps.

» Dans mon troisième Mémoire sur les ciments hydrauliques, j'étudierai les pouzzolanes artificielles. »

M. de Quatrefages entretient l'Académie des principaux résultats concernant l'Anthropologie antéhistorique qui sont contenus dans l'ouvrage récent de *M. Sven-Nilson:* « Les habitants primitifs de la Scandinavie ».

En faisant hommage à l'Académie de cet ouvrage d'un des plus illustres doyens de la science actuelle, M. de Quatrefages fait ressortir l'importance des faits réunis par l'auteur. Il appelle en particulier l'attention sur les détails relatifs aux caractères cranologiques des diverses races du Nord, et plus particulièrement sur ceux qui concernent les squelettes trouvés à Hängenas, dans un lit de coquilles aujourd'hui élevé d'au moins cent pieds au-dessus du niveau de la mer. Les conditions dans lesquelles ces squelettes ont été trouvés attestent qu'ils ont appartenu à des individus qui ont péri violemment, quand le sol actuel était encore sous la mer. Une partie du banc de coquilles s'est formée au-dessus d'eux. Ces individus étaient de grande taille. Les crânes sont très-dolichocéphales et se distinguent, par leurs caractères, des crânes des autres populations scandinaves.

M. Lecoq adresse à l'Académie un exemplaire de l'ouvrage qu'il vient de publier sur la Géologie de l'Auvergne et du plateau central de la France, avec la carte qui accompagne cet ouvrage, et dont la publication est un peu antérieure. Il exprime le désir que l'un et l'autre soient admis au concours pour le prix Cuvier.

L'ouvrage et la carte seront soumis à l'examen de la Commission du prix Cuvier.

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. de Martius*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Munich, le 13 décembre 1868.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de *M. Kümmer*, nommé Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Weierstrass obtient.	49	suffrages.
M. Brioschi.	1	»

M. Weierstrass, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de décerner le prix Poncelet pour l'année 1868.

MM. Liouville, Serret, Chasles, Bertrand, Combes réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

M. Roulin commence la lecture d'un « Rapport sur une collection d'instruments en pierre découverts dans l'île de Java, et remontant à une époque antérieure à celle où commence, pour ce pays, l'histoire proprement dite ». La lecture de ce Rapport devant être terminée dans la séance prochaine, il sera inséré au prochain *Compte rendu*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRAULIQUE. — *Nouvelles études sur les eaux courantes* (première partie). Mémoire de M. **Boileau**, présenté par M. Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Ces études font suite à mes recherches antérieures (1) et concernent principalement les courants liquides dits *à régime uniforme*. Je démontre que l'équilibre des forces appliquées et des actions intermoléculaires ne peut avoir lieu d'une manière permanente, et que les mouvements des fluides sont périodiques : si l'on peut établir ou rencontrer des courants liquides dans lesquels les vitesses indiquées par les flotteurs ou les autres instruments d'observation ne diffèrent pas sensiblement entre elles à une distance constante des parois, c'est parce que ces instruments ne donnent que des mouvements moyens. L'hypothèse de l'équilibre continu des forces, sur laquelle s'appuie l'ancienne théorie du régime uniforme, paraît devoir être abandonnée : on sait d'ailleurs que cette théorie ne considère que des mouvements de translation, ce qui est en désaccord avec les conséquences que M. Poncelet a déduites de l'examen des phénomènes de la communication latérale du mouvement dans les fluides (2). En ajoutant aux résultats de mes propres investigations (3) ceux de nouvelles expériences, rapportées dans le présent Mémoire, je fais voir en outre : 1° que la théorie doit distinguer dans les courants liquides deux régions, savoir : une zone contiguë aux parois; et la masse intérieure, ou région principale, dont les vitesses de transport sont distribuées suivant des lois régulières; 2° que la tendance des liquides à adhérer aux surfaces solides, lorsqu'elle existe en tout autre point que le bord des ménisques capillaires, est la conséquence d'un état de mouvement, et qu'elle peut être attribuée à une diminution de pression qui s'établit dans la zone des aspérités de ces surfaces; 3° que la tendance des molécules liquides à former des groupes sphéroïdes est mise en jeu dans cette zone et dans les couches intérieures voisines, et que ce groupe-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XXII, XXIII, XXV et XXVIII.

(2) *Voir* l'Introduction à la *Mécanique industrielle physique et expérimentale*, publiée en 1839 par M. Poncelet, ou une Note de M. le général Morin, insérée dans le tome LVIII (année 1864) des *Comptes rendus*.

(3) *Voir* le *Journal de l'École Polytechnique*, XXXIIIe Cahier (1850), et le *Traité de la Mesure des Eaux courantes*, Paris (1854).

ment s'effectue dans des proportions qui le rendent facilement visible lorsque les parois sont rugueuses et les courants rapides.

» Il m'a paru possible d'établir, pour le régime dit *uniforme*, dont les avantages pratiques sont connus, des équations générales dégagées de toute hypothèse, en substituant le principe du travail à celui de l'équilibre, c'est-à-dire les effets dynamiques des forces intermoléculaires à ces forces elles-mêmes, dont la direction et l'intensité échappent à l'observation. Ces équations renferment, comme fonctions encore indéterminées, le travail de cohésion qui se produit dans le mouvement relatif de transport sur la surface enveloppe d'une portion déterminée de la masse liquide, et la fraction du travail moteur de la gravité, qui est employée pour l'entretien des forces vives latentes dont cette partie du courant peut être le siége. J'exposerai postérieurement la recherche des lois expérimentales de ces deux termes. L'équation relative à l'ensemble du courant sur l'unité de longueur contient le travail de la résistance des parois, qui sera également l'objet d'une étude spéciale. Je fais voir que les valeurs attribuées jusqu'à présent à cette résistance, et les formules qui ont été proposées pour exprimer l'action mutuelle de deux filets ou de deux couches liquides, représentent des efforts moyens ou équivalents dynamiques fictifs. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences faites à l'écluse de l'Aubois pour déterminer l'effet utile de l'appareil à l'aide duquel M. de Caligny diminue dans une proportion considérable la consommation d'eau dans les canaux de navigation.* Mémoire de **M. Vallès**, présenté par M. le Maréchal Vaillant. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Combes, de Saint-Venant, Phillips.)

« L'appareil imaginé par M. de Caligny a pour objet d'obtenir une réduction notable dans la dépense d'eau qui se fait dans les canaux à sas, soit à la montée, soit à la descente des bateaux.

» Il résulte des expériences que vient de faire M. Vallès sur le fonctionnement de ces appareils, à l'écluse de l'Aubois près Fourchambault, sur le canal latéral à la Loire :

» 1° Que l'appareil, considéré comme machine élévatoire, utilise les forces motrices des chutes d'eau dans la proportion de 76 pour 100;

» 2° Que, au point de vue des intérêts de la navigation, il réduit, à un cinquième seulement de ce qui est aujourd'hui nécessaire, le volume d'eau dépensé pour le passage des bateaux dans les écluses;

» 3° Que sa disposition est telle, qu'il permet d'ajouter, à l'effet de son

fonctionnement, celui de grandes ondes ou oscillations, allant, soit du sas vers les biefs, soit des biefs vers le sas, moyennant quoi on obtient un effet utile définitif de 90 pour 100;

» 4° Que le temps employé à faire passer un bateau dans les écluses avec l'appareil est sensiblement le même que celui qu'exige la manœuvre ordinaire des ventelles, et que, dans les moments de presse, en consentant à renoncer à une partie de l'effet utile, on obtiendrait, avec l'appareil de M. de Caligny, plus de célérité qu'avec les ventelles. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la poussée des terres et la stabilité des murs de revêtement.* Mémoire de **M. Curie**, présenté par M. Combes. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, le Maréchal Vaillant, de Saint-Venant.)

« On admet habituellement que toute poussée appliquée à la paroi intérieure d'un mur de revêtement doit se décomposer en deux forces, dont l'une est sans effet sur le mur, tandis que la seconde exerce toute son action et fait toujours, avec la normale à la paroi intérieure, l'angle φ' du frottement des terres contre les maçonneries.

» Il n'en est ainsi, en réalité, que quand la *poussée primitive* elle-même fait avec la normale un angle supérieur à celui du frottement.

» En second lieu, dans la recherche de la plus dangereuse des poussées qui tendent à renverser un mur de revêtement, par rotation autour de l'arête antérieure de sa base, l'expression générale du moment de la poussée est nécessairement fonction de l'angle V du prisme de rupture et de l'épaisseur e du mur. Le problème comporte donc, en général, la résolution d'un système d'au moins deux équations à deux inconnues; car il faut exprimer que ce moment est maximum et que son produit par un coefficient de stabilité est égal au moment du poids du mur.

» De plus, dans la relation fondamentale que l'on établit ordinairement entre le poids du prisme de rupture, la réaction F du mur et le frottement développé sur le plan de rupture (*Mémorial de l'Officier du génie*, n° 13, p. 15), on introduit un terme $f\mathrm{F}\cos\mathrm{V}$. Or la réaction F, au moment où elle se produit sous l'action de la poussée, est en même temps intégralement détruite par elle. Elle ne peut donc donner lieu à aucun frottement sur le plan de rupture.

» Ces remarques nous ont conduit à refaire entièrement la théorie de la poussée des terres.

» Nous établissons que chaque tranche élémentaire, comprise entre deux plans très-rapprochés l'un de l'autre et parallèles au plan de rupture, se trouve dans les mêmes conditions que si elle reposait librement sur un plan incliné parallèle au plan de rupture, sollicitée uniquement par son propre poids et par le frottement qu'elle développe sur le plan incliné (1).

» La poussée élémentaire primitive exercée par cette tranche est alors égale à son poids multiplié par $\frac{\cos(\varphi + V)}{\cos\varphi}$; elle est parallèle au plan de rupture, et appliquée d'abord au centre de gravité de cette tranche; puis elle se transporte au point où sa direction rencontre la paroi intérieure du mur. Elle s'applique sans décomposition à cette paroi, si l'angle qu'elle fait avec la normale est moindre que φ'.

» La résultante de toutes les poussées élémentaires est, dès lors, facile à trouver; elle est appliquée d'abord au centre de gravité du prisme de rupture et parallèle au plan de rupture; elle a pour intensité

$$P = Q\,\frac{\cos(\varphi + V)}{\cos\varphi},$$

φ représentant l'angle du frottement des terres sur elles-mêmes, et Q le poids du prisme de rupture.

» On trouve le point d'application de cette *poussée primitive* à la paroi du mur en menant, par le centre de gravité du prisme de rupture, une parallèle au plan de rupture.

» Quand l'angle de cette direction avec la normale à la paroi du mur est plus grand que φ', la *poussée effective* fait l'angle φ' avec cette normale; elle a le même point d'application que la poussée primitive P, et son intensité est donnée par la relation

$$\Pi = P\,\frac{\sin(\varepsilon + V)}{\cos\varphi'},$$

ε étant l'angle de la paroi du mur avec la verticale.

» Ce qui précède est relatif aux remblais dépourvus de cohésion. Nous donnons aussi une théorie de la cohésion; mais nous n'avons pas encore traité en détail la théorie de la butée.

» Nos recherches nous ont donné les résultats suivants :

» 1° Une méthode graphique, toujours applicable;

---

(1) Ces considérations, sur lesquelles nous fondons notre théorie, figuraient déjà dans une première rédaction adressée au Ministre de la Guerre en 1859. M. le Commandant Chenot est parti d'un principe analogue dans un Mémoire qui a été présenté à l'Académie des Sciences le 21 octobre 1861 (*Comptes rendus*, p. 718).

» 2° Une solution analytique rigoureuse, par laquelle on arrive à des formules simples quand la paroi intérieure du revêtement est verticale et rencontre le plan horizontal supérieur : cette solution conduit à des équations compliquées dans le cas général, mais on pourrait l'utiliser facilement pour former des Tables, qui donneraient les inconnues de tous les problèmes qui se présentent habituellement;

» 3° Des formules pratiques, simples, dans lesquelles il suffit d'introduire un coefficient numérique, donné par des Tables toutes calculées pour les cas les plus ordinaires. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Description d'une pompe à piston libre et d'un refouleur mercuriel.* Mémoire de **M. de Montrichard**, présenté par M. Combes. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Morin, Combes, Phillips.)

« Le problème que nous nous sommes proposé de résoudre était de contenir à leurs extrémités les colonnes liquides, destinées à transmettre le mouvement à distance, par des pistons parfaitement étanches, disposés de manière à prévenir les chocs et capables de servir de contre-poids aux tiges liquides dans les transmissions verticales.

» Il fallait en outre, dans certains cas, à l'extrémité des tiges liquides, un organe solide, moteur ou récepteur à l'égard de celles-ci, pour les relier soit à la machine motrice, soit à l'outil qui exécute le travail. Un piston plein, déplaçant le mercure dans lequel il est plus ou moins immergé, remplit le rôle de moteur dans la pompe à piston libre et peut aussi remplir le rôle de récepteur à l'égard de la colonne qui transmet le mouvement.

» La pompe à piston libre est composée d'un tube en U, contenant une certaine quantité de mercure, d'un tuyau élévatoire muni de deux soupapes dans l'intervalle desquelles débouche l'une des branches de ce tube, et d'un piston plein fonctionnant librement dans l'autre branche, qui reste ouverte à l'air libre et dont le piston ne joint pas les parois. Le mercure, déplacé par l'immersion du piston descendant, s'élève dans l'espace annulaire compris entre le piston et le tube, et soulève la colonne liquide qui dégorge par l'orifice supérieur du tuyau élévatoire. Lorsque le piston remonte, il est émergé, le niveau du mercure s'abaisse dans la branche ouverte du tube, au-dessous de son niveau dans l'autre branche, et l'eau du

puisard est aspirée dans le tuyau élévatoire en traversant la soupape inférieure.

» Le refouleur mercuriel se compose d'un tube en U, contenant du mercure dans sa partie inférieure. L'une des branches prolongée renferme de l'eau, qui repose sur la surface du mercure et dont le poids déprime le niveau du métal liquide dans cette branche et l'élève dans l'autre. Lorsqu'on exerce alternativement une pression ou une aspiration sur la surface de l'eau contenue dans la longue branche du tube, le travail mécanique est transmis à la colonne de mercure qui oscille dans le bas du tube. Si ce travail est destiné à un outil, il peut lui être communiqué par un piston libre, qui joue dans la branche ouverte, et par l'intermédiaire duquel la colonne liquide est mise en rapport avec la machine solide. S'il est destiné à l'élévation des eaux, la seconde branche du tube est mise en communication avec un tuyau élévatoire muni de deux soupapes, où l'eau circule par suite de l'élévation et de la dépression alternatives du niveau du mercure dans la seconde branche du tube en U, comme dans la pompe mercurielle à piston libre. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie du mouvement des liquides.* Mémoire de **M. Touche**, présenté par M. Morin. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Morin, de Saint-Venant, Phillips.)

« Considérons un liquide à l'état de mouvement permanent, c'est-à-dire dans lequel chaque molécule, après un déplacement, est remplacée par une molécule soumise aux mêmes conditions que celles auxquelles la première était soumise elle-même.

» Soit ab la trajectoire d'une molécule; soit v_0 la vitesse en a, et v la vitesse en b. Nous aurons

$$2\int_{s_0}^{s} p\,ds = m(v^2 - v_0^2),$$

p étant la force motrice qui sollicite la molécule suivant la tangente à la trajectoire, s_0 et s la longueur de trajectoires comptées depuis un point quelconque jusqu'aux points a et b, ds le chemin parcouru en chaque instant, et m la masse de la molécule. Nous pouvons diviser la trajectoire en éléments égaux au côté de la molécule supposée cubique, et alors prendre ds égal à ce diamètre. Soit ρ la densité du liquide, nous aurons : $m = ds^3\rho$. Soit P la valeur pour l'unité de surface de la première variable

en chaque point b de la trajectoire; $-ds^2dP$ sera la force que la différence des pressions fera agir sur la molécule suivant la tangente à la trajectoire. Soit γ l'angle formé par la tangente à la trajectoire et la verticale; $\pm ds^3\rho g \cos\gamma$ sera la force que la pesanteur fera agir sur la molécule suivant la tangente à la trajectoire. Représentons par $F ds^3$ la résultante des frottements exercés sur la molécule. Nous n'aurons à considérer aucune autre force appliquée à la molécule suivant la tangente à la trajectoire, et nous aurons

$$p = -ds^2 dP \pm ds^3 \rho g \cos\gamma + F ds^3,$$

et, par suite,

$$-2ds^3 \int_{s_0}^{s} dP \pm 2ds^3 \rho g \int_{s_0}^{s} ds \cos\gamma + 2ds^3 \int_{s_0}^{s} F ds = (v^2 - v_0^2) ds^3 \rho$$

ou

$$-2 \int_{s_0}^{s} dP \pm 2\rho g \int_{s_0}^{s} ds \cos\gamma + 2 \int_{s_0}^{s} F ds = \rho (v^2 - v_0^2).$$

» Si H est la différence de niveau des points a et b, on aura

$$H = \int_{s_0}^{s} ds \cos\gamma.$$

Soit P_1 la pression en a, $\int_{s_0}^{s} dP$ nous donnera $P - P_0$, et nous aurons

$$P_0 - P \pm \rho g H + \int_{s_0}^{s} F ds = \frac{\rho}{2}(v^2 - v_0^2).$$

» Nous appellerons *courbe orthogonale* une courbe dont les éléments sont normaux aux trajectoires qu'elle rencontre successivement et situés dans les plans osculateurs de ces trajectoires. Soit donc bm un élément d'une telle courbe, et soit bn un élément de la trajectoire qui passe par le point b, bn étant égal à bm. Considérons dans la masse liquide un cube ayant pour base le carré dont bm et bn sont deux côtés. La force centrifuge est, pour ce cube liquide : $\rho\, bn^3 \frac{v^2}{r}$, r étant le rayon de courbure de la trajectoire au point b. Cette force centrifuge donne, sur le plan rectifiant passant par bn, une pression qui, rapportée à l'unité de surface, aura pour valeur : $\rho v^2 \frac{bn}{r}$. Or $\frac{bn}{r}$, c'est l'angle $\delta\alpha$ des deux tangentes à la trajectoire en b et en n; la pression considérée a donc pour valeur $\rho v^2 \delta\alpha$.

» Soit dH la différence de niveau de b en m; la pression que le poids du petit cube liquide exerce sur le plan considéré a pour valeur $g\rho\, dH$. Il

n'existe pas d'autre force composante appliquée au petit cube liquide normalement à bn et dans le plan osculateur, de sorte que $g\rho\, d\mathrm{H} + \rho v^2 \delta\alpha$ représente l'augmentation de pression de m en b. Or, si nous remarquons que l'équation

$$\mathrm{P}_0 - \mathrm{P} \pm \rho g\, \mathrm{H} + \int_{s_0}^{s} \mathrm{F}\, ds = \frac{\rho}{2}(v^2 - v_0^2)$$

est relative à une trajectoire quelconque, et si nous différentions cette équation en passant du point m au point b, nous aurons

$$g\rho\, d\mathrm{H} - d\mathrm{P} + d\int_{s_0}^{s} \mathrm{F}\, ds = \rho v\, dv - \rho v_0\, d_0,$$

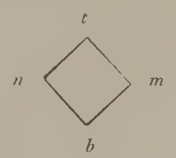
c'est-à-dire que l'augmentation de pression de m en b aura pour valeur

$$g\rho\, d\mathrm{H} + d\int_{s_0}^{s} \mathrm{F}\, ds - \rho v\, dv + \rho v_0\, dv_0.$$

Égalons les deux valeurs de cette augmentation de pression, nous aurons

$$d\int_{s_0}^{s} \mathrm{F}\, ds - \rho v\, dv + \rho v_0\, dv_0 = \rho v^2 \delta\alpha.$$

» Soit nt un élément de la courbe orthogonale infiniment voisine de celle dont bm est un élément, et soit mt un élément de la trajectoire qui passe



par le point m, $\delta\alpha$ représente $\frac{bn - mt}{bm}$ ou $\frac{d\sigma}{\sigma}$, en appelant σ l'arc de trajectoire bn compris entre les deux courbes orthogonales, et $d\sigma$ la différentielle de σ, lorsque l'on passe du point m au point b. Substituons cette valeur de $\delta\alpha$ dans l'équation obtenue plus haut, et il viendra

$$\rho v\, dv - \rho v_0\, dv_0 + \rho v^2 \frac{d\sigma}{\sigma} = d\int_{s_0}^{s} \mathrm{F}\, ds$$

ou

$$\frac{dv}{v} + \frac{d\sigma}{\sigma} = \frac{1}{\rho}\, \frac{d\int_{s_0}^{s} \mathrm{F}\, ds}{v^2} + \frac{v_0}{v}\, \frac{dv_0}{v}.$$

» Intégrons depuis le point b' jusqu'au point b, le point b' étant un point quelconque situé sur la même courbe orthogonale que le point b, et il vien-

dra, en appelant v' et σ' les valeurs de v et de σ correspondantes au point b',

$$\log \frac{v}{v_1} + \log \frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{1}{\rho} \int_{\sigma'}^{\sigma} \frac{d \int_{s_0}^{s} \mathrm{F}\, ds}{v^2} + \int_{\sigma'}^{\sigma} \frac{v_0}{v} \frac{dv_0}{v}.$$

» Remarquons que, quelque rapide que soit la transmission du mouvement, elle ne peut pas être instantanée, et dans une masse liquide suffisamment étendue on arrivera toujours à une zone qui ne sera nullement ébranlée; or, nous pouvons toujours supposer que les trajectoires considérées soient prolongées jusqu'à cette zone, et en prenant pour chacune d'elles le point a dans cette zone, avoir v_0 constant; le terme $\int_{\sigma'}^{\sigma} \frac{v_0}{v} \frac{dv_0}{v}$ s'évanouit, et notre équation devient alors

$$\log \frac{v}{v'} + \log \frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{1}{\rho} \int_{\sigma'}^{\sigma} \frac{d \int_{s_0}^{s} \mathrm{F}\, ds}{v^2}. \text{ »}$$

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Recherches concernant la mécanique des atomes.* Mémoire de **M. F. Lucas**, présenté par M. Delaunay. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commision précédemment nommée.)

CINQUIÈME MÉMOIRE. — *Système de points matériels fixes distribués d'une manière quelconque dans l'espace; action atomique fonction quelconque de la distance; équilibre et mouvement infinitésimal d'un point extérieur libre; conditions de stabilité et d'instabilité; condition nécessaire pour qu'il y ait vibration; impossibilité d'un système infini* (*).

« Considérons un système de points matériels fixes, tels que A, disposés d'une manière quelconque dans l'espace, et un point libre M, soumis à l'action de ce système.

» Supposons la masse de M égale à l'unité, et désignons par m celle du point A. Appelons en outre r la distance AM.

» La fonction

$$\Phi = -\int \sum m f(r)\, dr \qquad (1)$$

représentera le *potentiel* des actions atomiques s'exerçant en raison directe des masses, et en fonction quelconque f des distances.

» Prenons des axes de coordonnées rectangulaires. Les trois compo-

---

(*) *Voir* les *Comptes rendus* des séances des 20 juillet, 5 octobre, 16 et 23 novembre 1868.

santes X, Y, Z de l'action totale exercée sur le point M seront respectivement égales aux dérivées $\frac{d\Phi}{dx}$, $\frac{d\Phi}{dy}$, $\frac{d\Phi}{dz}$. Pour que M soit en équilibre, il faut et il suffit que ces trois dérivées partielles soient identiquement nulles.

» Admettons qu'il en soit ainsi, et amenons l'atome libre dans une position M′ infiniment voisine de M. Les composantes U, V, W de l'action totale résultant de ce déplacement ξ, η, ζ auront pour expression

$$(2)\qquad \begin{cases} U = A\xi + M\eta + N\zeta, \\ V = B\eta + P\zeta + M\xi, \\ W = C\zeta + N\xi + P\eta. \end{cases}$$

» Les coefficients des seconds membres ont pour valeurs

$$(3)\qquad \begin{cases} A = \frac{d^2\Phi}{dx^2}, \quad B = \frac{d^2\Phi}{dy^2}, \quad C = \frac{d^2\Phi}{dz^2}, \\ M = \frac{d^2\Phi}{dx\,dy}, \quad N = \frac{d^2\Phi}{dx\,dz}, \quad P = \frac{d^2\Phi}{dy\,dz}. \end{cases}$$

Au moyen des équations (2) on peut démontrer :

» *Premièrement,* que si l'atome mobile prend toutes les positions possibles sur une surface sphérique de rayon infinitésimal, l'extrémité d'une parallèle à l'action résultante menée par un point fixe de l'espace, a pour lieu géométrique la surface d'un ellipsoïde;

» *Secondement,* que si les axes des coordonnées avaient été fortuitement pris parallèlement aux axes de cet ellipsoïde, les trois paramètres M, N, P seraient identiquement nuls.

» Les axes de coordonnées ainsi choisis peuvent être appelés *principaux.* Ils réduisent les équations (2) à

$$(4)\qquad U = A\xi, \quad V = B\eta, \quad W = C\zeta.$$

» On peut d'ailleurs transporter en M l'origine des coordonnées. Le mouvement du mobile abandonné en M′ sans vitesse initiale a alors pour équations finies

$$(5)\qquad \begin{cases} u = \xi \cos t\sqrt{-A}, \\ v = \eta \cos t\sqrt{-B}, \\ w = \zeta \cos t\sqrt{-C}. \end{cases}$$

» Si les trois paramètres A, B, C sont négatifs, le rayon vecteur allant du point M au mobile reste toujours infinitésimal et susceptible d'un *maximum.* On peut dire alors que l'équilibre est *stable.*

» Si l'un au moins de ces trois paramètres se trouve positif, le rayon vecteur croît sans limite, au point de cesser d'être infinitésimal. L'équilibre est alors *instable*.

» Désignons par α, β, γ les coordonnées du point A. Nous aurons pour valeurs des trois paramètres des équations (5)

$$(6)\quad \begin{cases} A = \left(\dfrac{d^2\Phi}{dx^2}\right)_0 = \sum m[(\alpha^2 - r^2)f(r) - \alpha^2 r f'(r)]\dfrac{1}{r^3}, \\ B = \left(\dfrac{d^2\Phi}{dy^2}\right)_0 = \sum m[(\beta^2 - r^2)f(r) - \beta^2 r f'(r)]\dfrac{1}{r^3}, \\ C = \left(\dfrac{d^2\Phi}{dz^2}\right)_0 = \sum m[(\gamma^2 - r^2)f(r) - \gamma^2 r f'(r)]\dfrac{1}{r^3}. \end{cases}$$

» Si l'on pose

$$(7)\qquad f(r) = hr^{\varepsilon},$$

h et ε désignant des quantités réelles quelconques, positives ou négatives, entières, fractionnaires ou incommensurables, on a

$$(8)\quad \begin{cases} A = -h\sum mr^{\varepsilon-3}[\varepsilon\alpha^2 + (r^2 - \alpha^2)], \\ B = -h\sum mr^{\varepsilon-3}[\varepsilon\beta^2 + (r^2 - \beta^2)], \\ C = -h\sum mr^{\varepsilon-3}[\varepsilon\gamma^2 + (r^2 - \beta^2)]. \end{cases}$$

» On voit que A, B, C sont nécessairement *positifs* si l'on a à la fois $h < 0$ et $\varepsilon > 0$. Ces paramètres sont au contraire nécessairement *négatifs* si l'on a à la fois $h < 0$ et $\varepsilon < 0$.

» En ajoutant membre à membre les équations (8), on trouve

$$(9)\qquad A + B + C = -h(2+\varepsilon)\sum mr^{\varepsilon-1}.$$

La somme $A + B + C$ est donc forcément positive et, par conséquent, un au moins des trois paramètres est plus grand que zéro si l'on a, soit $h < 0$ et $\alpha \geqq -2$, soit $h > 0$ et $\alpha \leqq -2$.

» Par conséquent, l'équilibre du point M est toujours *stable* si l'action atomique est une attraction proportionnelle à une puissance positive quelconque de la distance.

» Mais cet équilibre est toujours *instable* si l'action atomique est :

» Soit une répulsion proportionnelle à une puissance positive quelconque de la distance;

» Soit une répulsion inversement proportionnelle à une puissance positive, égale ou inférieure à 2, de la distance atomique;

» Soit une attraction inversement proportionnelle à une puissance positive, égale ou supérieure à 2, de la distance atomique.

» Dans l'hypothèse où l'équilibre est *stable*, les mouvements projetés sur les trois axes sont oscillatoires. Les périodes correspondantes sont $\frac{2\pi}{\sqrt{-A}}$, $\frac{2\pi}{\sqrt{-B}}$, $\frac{2\pi}{\sqrt{-C}}$. Pour que le mobile décrive périodiquement une courbe fermée, il faut et il suffit que les paramètres A, B, C soient égaux entre eux. L'action atomique correspondante est, d'après les équations (6), déterminée par l'équation différentielle

$$f(r) - rf'(r) = 0, \tag{10}$$

qui représente une attraction proportionnelle à la simple distance.

» Cette analyse suppose essentiellement que le nombre des points du système atomique soit entier et fini.

» Admettons que l'on forme dans l'espace un système réticulaire indéfiniment extensible. Soient N le nombre des nœuds d'une rangée, N′ le nombre des rangées d'un réseau, N″ le nombre des réseaux. La totalité des nœuds du système réticulaire sera représentée par le produit N N′N″.

» Le limite de ce produit se présente à l'esprit comme un infiniment grand du troisième ordre, ou à trois dimensions, éveillant l'idée de *volume*, qui ne saurait être contenu dans un infini *linéaire* ou du premier ordre.

» Or la suite naturelle des nombres entiers, dont la pensée reculerait à l'infini la limite N, contiendrait tous les nombres possibles, et par conséquent la limite du produit N N′N″. L'infini cubique se trouverait contenu dans l'infini linéaire.

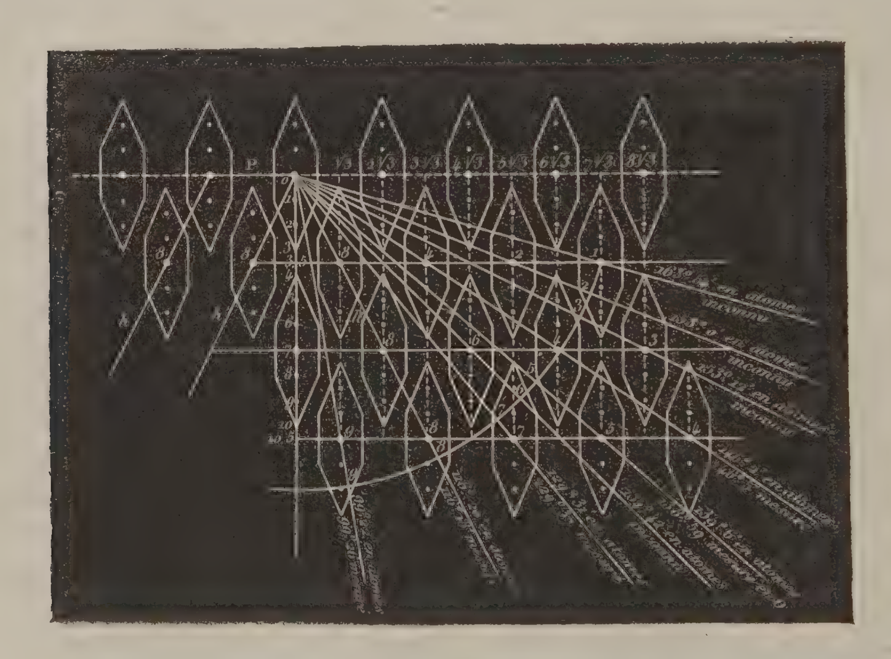
» L'hypothèse d'un système réticulaire infini conduirait donc à des conséquences analytiques inadmissibles. Dynamiquement l'absurdité de cette hypothèse se traduirait par une indétermination absolue de l'action résultante exercée sur un atome extérieur. C'est en effet ce que nous avons constaté dans notre troisième Mémoire. »

MORPHOGÉNIE MOLÉCULAIRE. — *Calcul de l'incidence des facettes a et o sur la base, en fonction de la distance des centres des atomes, prise pour unité, dans le feldspath orthose.* Note de **M. Gaudin**, présentée par M. Delaunay. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Ma dernière communication avait pour objet le calcul des angles des cristaux obliques en fonction de la distance des centres des atomes, prise pour unité.

» En étudiant attentivement la cristallisation du feldspath orthose, je n'ai pas tardé à reconnaître la possibilité de calculer l'incidence de ses facettes *a* et *o*, attendu qu'elles résultent toutes de décroissements effectués sur les réseaux moléculaires parallèles à la petite diagonale, c'est-à-dire à la ligne de pente du cristal primitif : toutes facettes situées par conséquent dans des plans perpendiculaires aux plans passant par les arêtes *h*, et pouvant donner leur obliquité par la considération d'un seul réseau moléculaire parallèle à ces arêtes; la facette *h'* déjà calculée étant elle-même comprise dans le nombre de ces facettes.



» Le feldspath orthose est d'un clivage facile, parallèlement à sa base P et à sa petite diagonale, ce qui veut dire que le premier clivage coupe à

angle droit tous les axes des molécules, en passant par leur centre, et que le second clivage est parallèle au plan qui renferme tous ces axes; si bien qu'une lamelle ayant ses faces parallèles au plan g', et amincie jusqu'à ne renfermer que les molécules d'un seul réseau, porterait sur sa silhouette toutes les facettes *a* et *o* qui lui sont habituelles, facettes qui peuvent être figurées par des lignes joignant entre eux les centres moléculaires.

» Si donc, comme le montre la figure ci-jointe, on dispose 23 molécules ayant leurs extrémités éloignées d'une distance d'atome, et leurs files atomiques alignées entre elles, comme il a été dit déjà, les distances de leurs centres sur une même ligne horizontale seront égales à $2\sqrt{3}$ et la distance des axes contigus sera égale à $\sqrt{3}$; si alors, en menant du point zéro, centre de la molécule limitant la base P, aux centres moléculaires sous-jacents toutes les lignes possibles, on figurera ainsi toutes les facettes possibles.

» On obtiendra par ce moyen neuf lignes, qui seront, en commençant par le haut, la 1re, la 2e, la 3e, etc. La 1re, rencontrant le centre de la 4e molécule de la première rangée inférieure, aura pour expression de la tangente de son angle $\frac{7\sqrt{3}}{3,5}$; la 2e, rencontrant la 3e molécule de la même rangée, aura pour expression $\frac{5\sqrt{3}}{3,5}$; ce qui donnera pour leur ensemble :

1re $P\,\frac{1}{14}$... $\frac{7\sqrt{3}}{3,5} = 163°\,54'$ (1)	6e $P\,\frac{1}{4}$.... $\frac{4\sqrt{3}}{7} = 134.42$
2e $P\,\frac{1}{10}$... $\frac{5\sqrt{3}}{3,5} = 158.\ 0$	7e $P\,\frac{3}{10}$... $\frac{5\sqrt{3}}{7} = 129.31$
3e $P\,\frac{1}{8}$... $\frac{3\sqrt{3}}{355} = 153.12$	8e $P\,\frac{1}{2}$.... $\frac{\sqrt{3}}{3,5} = 116.20$
4e $P\,\frac{1}{6}$.... $\frac{6\sqrt{3}}{7} = 146.\ 2$	9e $P\,\frac{3}{2}$.... $\frac{\sqrt{3}}{10,5} = 99.22$
5e $P\,\frac{3}{14}$... $\frac{7\sqrt{3}}{10,5} = 139.\ 6$	

(1) 1re ligne:

L. 7........................	0,845098
$\frac{1}{2}$ L. 3........................	0,238560
	1,083658
L. 3,5........................	0,544068
L. tang........................	0,539590
	73° 54'

etc.

après avoir ajouté aux angles obtenus 90 degrés, pour avoir l'incidence sur P.

» Si nous comparons ces angles calculés avec les angles observés, nous remarquerons que cinq seulement sont connus quant à présent, savoir : le 4e, le 5e, le 7e, le 8e et le 9e; voici leur comparaison :

Angles	calculés en atomes.	observés.	Différence.
4e	146° 2′	146° 5′	— 3′
5e	139. 6	138.59	— 7
7e	129.31	129.37	— 6
8e	116.20	116.18	— 2
9e	99.22	99.26	— 4
			— 22′
		Moyenne.....	— 4,4

» La moyenne des différences ne dépasse pas 4′,4, et, ce qui est très-remarquable aussi, les angles calculés sont constamment plus faibles de cette quantité ; ce qui équivaut à la rigueur, car en faisant le relevé des angles observés, j'ai remarqué des écarts de 10 minutes d'un observateur à l'autre. A l'extrémité de l'arc de cercle de 3 centimètres tracé sur ma figure, cette différence équivaudrait à 5 centièmes de millimètre, ce qui ne dépasse guère l'épaisseur d'un fil d'araignée.

» Par l'inspection de cette figure, on voit clairement que la hauteur d'une molécule est égale à 6 distances d'atome, mais que, dans la nature, les molécules sont espacées en hauteur de 7 distances d'atome. Pour leur espacement en largeur, on peut prendre pour unité l'épaisseur d'une molécule $= \sqrt{3}$ distances d'atome, qui est la mesure du diamètre de son prisme hexagonal régulier, et c'est en conformité avec la célèbre théorie d'Haüy concernant les décroissements, que j'ai désigné chacune de ces lignes par un signe cristallographique applicable à la facette correspondante.

» En présence d'un accord aussi surprenant, on ne pourra s'empêcher de convenir que je suis dans le vrai, et que ma théorie devient un auxiliaire précieux pour vérifier les formules chimiques et contrôler les symboles cristallographiques, qui sont la plupart si incertains maintenant.

» Pour donner une idée de la puissance de ma théorie, je dirai qu'elle m'a fait enfin découvrir la composition et la structure du pyroxène et de l'amphibole, qui sont l'un identique pour la forme et le nombre des atomes à l'épidote, et l'autre identique pour la forme et le nombre des atomes avec le grenat. Les deux premières molécules contiennent 59 atomes, et les dernières 87 atomes : chaque espèce pouvant donner lieu à trois va-

riantes susceptibles de quatre formes cristallines, l'octaèdre régulier, le prisme à base carrée, le prisme rhomboïdal droit et le prisme rhomboïdal oblique.

» Dans le type épidote dérivant du sucre de canne, comme dans celui du grenat dérivant du sucre de raisin, il y a la molécule exempte d'alumine ou d'un sesquioxyde correspondant à base de fer ou de manganèse, puis la molécule mono-aluminique, et enfin la molécule tétra-aluminique, comme l'épidote et le grenat; de sorte qu'on doit avoir, dans le premier type, les trois molécules composées comme suit :

» 13 molécules de silice avec 10 molécules de monoxyde,

» 12 molécules de silice avec 9 molécules de monoxyde et 1 molécule d'alumine,

» 9 molécules de silice, 6 molécules de monoxyde et 4 molécules d'alumine (épidote);

» Dans le second type :

» 17 molécules de silice avec 18 molécules de monoxyde,

» 16 molécules de silice, 17 molécules de monoxyde et 1 molécule d'alumine,

» 13 molécules de silice, 14 molécules de monoxyde et 4 molécules d'alumine (grenat). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Remarques sur la combustion spontanée d'une soie chargée*. Note de **M. J. Persoz**, présentée par M. Morin.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Morin.)

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie quelques observations relatives à un fait intéressant qui s'est produit dernièrement à la Condition de Paris, dans l'essai d'une soie teinte en *noir chargé*.

» Sans discuter ici les avantages que les fabricants peuvent tirer de la charge des soies, ni le préjudice que cette pratique apporte à la qualité même de la matière, nous rappellerons qu'au lieu de se borner à restituer à la soie, par l'emploi d'agents tinctoriaux, le poids que le décreusage lui a fait perdre, on est arrivé peu à peu à fixer sur cette fibre 100, 200 et même 300 pour 100 de matières étrangères.

» Les substances le plus généralement employées à cet effet sont des astringents, tels que le cachou et la noix de galle, et quelques sels métalliques, surtout le nitrosulfate de fer, dit *bain de rouille*.

» D'autre part, il ressort d'une étude intéressante faite par M. Gillet-Pierron sur la soie teinte :

» 1° Que cette fibre augmente considérablement de volume, à mesure qu'on la charge de principes étrangers : examinés au microscope, ses brins sont gonflés, tuméfiés;

» 2° Que cet accroissement de volume est sensiblement proportionnel à l'augmentation de poids, en sorte que la densité de la soie n'éprouve, par le fait de la charge, qu'une très-faible variation.

» La soie noire que nous devions essayer contenait 150 pour 100 de matières étrangères, ce qu'on appellerait aujourd'hui une charge moyenne. Soumise à la température de 110 à 115 degrés dans les appareils de conditionnement, cette fibre, d'une dessiccation longue et difficile, perdit, dans l'espace de deux heures, jusqu'à 22 pour 100 d'eau.

» Voici comment se comportèrent les deux lots mis en expérience. Le premier, dès qu'on ouvrit l'étuve pour le retirer, prit feu à la partie supérieure, et, une fois hors de l'appareil, s'enflamma entièrement. On se hâta de l'éteindre avec de l'eau. Le second, qu'on avait enlevé intact en apparence, ne tarda pas à manifester également à l'air libre, par la production de quelques étincelles, un commencement d'incandescence : on dut l'éteindre comme le premier, au moyen de l'eau.

» C'est sur la combustion spontanée de cette soie noire chargée que nous désirons appeler l'attention. En effet, on doit se demander pourquoi la fibre n'a point pris feu dans l'appareil chauffé à 115 degrés, tandis qu'elle s'est enflammée à l'air ambiant de la salle d'expériences.

» Nous croyons pouvoir répoudre à cette question en faisant observer que si, déjà à l'état naturel, la soie est très-avide d'eau, après qu'on l'a desséchée, elle le devient bien plus encore, lorsqu'elle est, comme dans le cas actuel, gonflée par des matières minérales et organiques qui l'ont rendue pour ainsi dire spongieuse. Elle a pu demeurer sans inconvénient dans une étuve et y être graduellement desséchée à l'absolu, parce qu'aucune circonstance étrangère n'était capable de provoquer son altération. Mais en arrivant, encore chaude, au contact d'une atmosphère plus ou moins saturée d'humidité, cette matière sèche et poreuse a trouvé de quoi satisfaire sa grande affinité pour l'eau, et a dû, par une brusque élévation de température, déterminer l'accident qui nous occupe.

» On est donc autorisé à voir, dans le phénomène de combustion actuel, deux phases distinctes : d'abord un développement de chaleur considérable, résultant de l'absorption rapide par la soie de l'humidité atmosphé-

rique; en second lieu, comme conséquence de cette élévation de température, l'oxydation et la combustion de la matière organique par les sels de fer dont la soie noire avait été chargée.

» Un accident est survenu, l'année dernière, dans des circonstances à peu près identiques. Une soie également teinte en *noir chargé* avait été suspendue au milieu de l'étuve, dans une corbeille en toile métallique, dont elle fondit les soudures à l'étain en prenant feu. La fibre, ainsi qu'on peut le voir, a laissé un résidu considérable de rouille.

» Il est fort rare que les commerçants fassent conditionner des soies teintes, ce qui explique pourquoi des phénomènes du genre de ceux que nous venons de signaler n'ont pas été déjà fréquemment observés. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'organisation et le développement des Diptères du genre Volucelle.* Mémoire de M. **Jules Künckel**, présenté par M. Em. Blanchard. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est l'étude anatomique et physiologique d'un Insecte de l'ordre des Diptères, dans toutes les phases de son existence. Le type choisi est celui des Volucelles, type offrant un intérêt presque exceptionnel parmi les Insectes, à raison de particularités curieuses d'organisation, d'un genre de vie singulier, de métamorphoses étranges et jusqu'ici encore inobservées.

» Ne pouvant signaler tous les détails consignés dans mon travail, je me bornerai à l'énoncé des résultats qui me paraissent les plus essentiels, ou qui semblent se distinguer entre tous par leur nouveauté.

» Une des parties de mon étude me permet de fournir la démonstration de certains faits inattendus, relatifs au développement des appendices et des pièces tégumentaires.

» Lorsqu'on ouvre une larve de Volucelle, on aperçoit de petits corps groupés autour du pharynx et des centres nerveux, disposés symétriquement et par paires. J'ai reconnu que ces corps étaient les premiers rudiments de la tête, du thorax et des appendices de la Volucelle adulte. Les deux masses tout à fait antérieures sont les parties embryonnaires des pièces de la tête qui formeront la région frontale; les secondes, qui reposent sur le cerveau, sont les rudiments des yeux; les troisièmes, placées sur les côtés, constitueront le segment supérieur du prothorax; les deux suivantes se réuniront pour former le segment supérieur du mésothorax et les ailes;

la cinquième paire de ces masses embryonnaires formera le segment dorsal du métathorax et les balanciers ; les trois autres paires donneront naissance aux trois segments inférieurs du thorax avec leurs appendices, les pattes.

» Tous ces corps se composent d'un amas de cellules assez grandes, maintenu par une enveloppe ; les cellules entrent en activité lors de la transformation en nymphe. Au moment de la métamorphose, une augmentation de volume des rudiments se manifeste, et le travail d'organisation des cellules s'accuse avec tant de rapidité, que, dès le second jour, on peut reconnaître dans les parties embryonnaires les différents articles des membres.

» Toutes ces parties ont un mode de développement identique et très-remarquable ; les cellules qu'elles contiennent se groupent d'abord de telle sorte, qu'on distingue une zone périphérique et une masse centrale. La portion périphérique constituera les pièces tégumentaires ; la portion centrale, les pièces appendiculaires du thorax. C'est par le même principe de division que ces pièces appendiculaires se forment. J'ai suivi ainsi, avec le plus grand soin et dans son ensemble, la marche du développement des téguments et du système appendiculaire ; ici, les observations mettent en lumière un fait considérable de l'embryogénie des Insectes, c'est que les téguments et les appendices de l'adulte, au moins chez les Diptères, ne se constituent point par un développement ou une transformation des parties correspondantes de la larve, mais par une formation nouvelle.

» Nous avons reconnu une curieuse adaptation au genre de vie des larves de Volucelles ; une espèce vit dans les nids des Frêlons, une autre espèce dans les nids des Guêpes communes, une autre encore dans les nids des Bourdons ; une armature spéciale assure à chacune d'elles une marche facile, sur la substance particulière qui entre dans la construction de chacun de ces nids. Adultes, les Volucelles semblent avoir emprunté les vêtements soit des Frêlons, soit des Guêpes, soit des Bourdons, pour venir pondre dans les habitations de ces insectes.

» Dans le système nerveux des Volucelles nous avons observé des transformations remarquables. Le caractère très-général du système nerveux des Insectes en voie de développement, c'est d'affecter chez les larves la forme d'une longue chaîne ganglionnaire, et de subir, par les progrès de l'âge de l'animal, un raccourcissement plus ou moins considérable. Ce raccourcissement se produit pour les connectifs et amène la fusion de plusieurs ganglions entre eux. Au contraire, chez nos Diptères à l'état de larve, les centres nerveux se trouvent rapprochés, et si intimement unis, qu'ils ne forment plus qu'une seule masse ; par les progrès de l'âge, une

séparation s'opère entre les centres nerveux de la tête, du thorax et de l'abdomen, en même temps que se constituent de longs connectifs, unissant les masses médullaires les unes aux autres. Le fait important à noter est que cette observation doit modifier l'idée trop générale qui a été conçue, à l'égard des changements qu'éprouve la chaîne ganglionnaire dans la période de transition de l'état de larve à l'état adulte.

» D'autre part, le changement de régime de nos Volucelles, en passant d'une forme à l'autre, nous offrait un sujet d'étude d'un haut intérêt. Les larves de Volucelles sont carnassières; les adultes vivent de pollen : le régime correspond aux différences que présente l'appareil digestif dans les deux états. La larve n'a aucun réservoir pour les aliments; l'adulte, au contraire, est muni d'un jabot ample; la première, ayant une nourriture abondante toujours à sa portée, n'a pas à redouter d'abstinence; pour l'adulte, souvent empêché de chercher sa nourriture par suite des circonstances atmosphériques, un réservoir alimentaire devenait fort utile.

» Les glandes salivaires des larves sont énormes; le régime de l'Insecte devant changer, une transformation de ses glandes s'opère pendant la période de nymphe; elles se détruisent en partie, pour se régénérer ensuite avec une constitution histologique différente. Dans l'adulte, elles ont pris la forme de tubes grêles qui s'étendent dans le thorax et l'abdomen. Des modifications aussi grandes s'accomplissent de la même façon dans les quatre appendices de l'estomac, longs tubes terminés en cœcums, qui sont remplacés par quatre glandes conglomérées.

» Relativement à l'appareil respiratoire, nous croyons aussi devoir citer quelques résultats de nos observations. L'appareil respiratoire affecte un caractère spécial dans chacune des phases de la vie de l'Insecte. Dans la larve, on trouve quatre stigmates, deux antérieurs au second anneau, deux postérieurs au douzième anneau. L'animal s'est métamorphosé, le tégument s'isole de la peau de la larve; les orifices d'entrée de l'air ont disparu, deux tuyaux, que l'on prendrait pour des cornes, sortent de la région dorsale et antérieure de la pupe. C'est à la surface de ces cornes qu'existent les stigmates particuliers à la nymphe, et j'ai reconnu que ces ouvertures, sur lesquelles on n'avait porté aucune attention, sont en nombre considérable. Dans l'adulte, il n'existe plus trace de ces orifices respiratoires à la place qu'ils occupaient dans la nymphe; il s'est créé sept paires de stigmates, sur les côtés du thorax et de l'abdomen. Cette multiplicité des stigmates coïncide avec l'accroissement de l'activité respiratoire, dénotée par le perfectionnement de l'appareil trachéen.

» De tous les systèmes organiques, le système circulatoire subit les transformations les moins importantes. Dans la larve des Volucelles, le cœur, étendu en ligne droite d'une extrémité du corps à l'autre, a la partie aortique très-courte ; dans l'adulte, le cœur s'incurve pour prendre la forme du corps, et une longue aorte traverse le thorax.

» De cette étude de l'organisation des Volucelles, un des faits les plus essentiels qui ressort, c'est que, du moins chez les Diptères, le développement de certains appareils de l'adulte s'accomplit par une transformation des organes de la larve, tandis que le développement d'autres appareils s'effectue par des formations entièrement nouvelles. »

M. de Perrodil adresse, pour le concours du prix Dalmont, un Mémoire intitulé « Théorie de la résistance des solides ou pièces dont les dimensions transversales et la courbure sont petites par rapport à la longueur, renfermant la solution du problème de la stabilité des arcs en maçonnerie. Équations générales du mouvement vibratoire de ces pièces ».

(Commissaires : MM. Combes, de Saint-Venant, Phillips.)

M. Achard demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 9 mai 1865, et qui contient un Mémoire sur la « Loi physiologique du développement du germe dans l'œuf du ver à soie ». Selon l'auteur, cette découverte permettra d'hiverner rationnellement les graines et de les préserver de la maladie des *morts-flats*.

Le pli cacheté est ouvert en séance, par M. le Secrétaire perpétuel. Le Mémoire contenu sous ce pli est renvoyé, avec la Lettre de M. Achard, à la Commission de Sériciculture.

M. Savary soumet au jugement de l'Académie un nouveau Mémoire relatif à diverses questions d'électricité. Ce Mémoire contient, en particulier, des recherches relatives à la dépense réelle et à la durée de plusieurs couples voltaïques, la description d'une pile à auge et celle d'une machine magnéto-électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. C. Beuchot soumet au jugement de l'Académie un projet d'organisation de la navigation intérieure de la France, par l'application rationnelle de la vapeur.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Séguier.)

M. **Ad. de Saussure** adresse, de Lausanne, des « Recherches sur la rotation des planètes ».

(Commissaires : MM. Laugier, Faye, Delaunay.)

M. **Delestre** adresse un « Mémoire sur les causes des variations survenues dans la supputation de la parallaxe du Soleil ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Laugier, Faye, Delaunay.)

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences d'Amsterdam** adresse un certain nombre de ses publications récentes, dont le détail est inséré au *Bulletin bibliographique*.

M. **H. Wild**, en annonçant à l'Académie qu'il vient d'être nommé Directeur de l'Observatoire physique central de Russie, à Saint-Pétersbourg, indique les modifications principales qu'il compte apporter dans l'organisation de cet établissement et des stations qui en dépendent.

Mme **Delessert** et Mmes **Bartholdi** et **Hottinguer**, veuve et filles de feu *M. François Delessert*, prient l'Académie de vouloir bien accepter la donation qu'elles se proposent de lui faire, de la Bibliothèque botanique successivement formée et entretenue par MM. Benjamin et François Delessert. Cette Bibliothèque, qui se compose actuellement de plus de huit mille volumes, a été créée et conservée dans l'intérêt de la science, et c'est pour lui assurer la destination qu'elle avait reçue de ses fondateurs, que Mmes Delessert, Bartholdi et Hottinguer demandent à l'Académie de la joindre à la Bibliothèque de l'Institut, dans une salle distincte, avec le nom de « Bibliothèque Delessert. »

Cette Lettre sera soumise à la Commission administrative.

M. **Brongniart**, à la suite de la lecture de cette Lettre par M. le Secrétaire perpétuel, s'exprime comme il suit :

« Je demande à l'Académie la permission de lui signaler, en quelques mots, l'importance de la donation faite par Mme Delessert et par ses filles.

» La Bibliothèque botanique que l'Académie va devoir à leur générosité a été réunie, depuis le commencement de ce siècle, d'abord par Benjamin Delessert, puis, après le décès de ce dernier, par son frère François Deles-

sert, qui, jusqu'à ses derniers moments, l'a maintenue au courant de toutes les publications récentes.

» C'est, de l'aveu de tous les botanistes, la réunion la plus complète de tous les ouvrages anciens et modernes sur le règne végétal; c'était la plus commode à consulter pour tous les savants que MM. Delessert y admettaient avec une si grande libéralité; à côté des ouvrages les plus rares et les plus précieux on y trouvait les plus petites dissertations, si nécessaires souvent à celui qui étudie une question. Un conservateur plein de bienveillance mettait ces richesses à la disposition de tous ceux qui travaillaient.

» Cette Bibliothèque, adjointe à de riches collections, a rendu depuis trente à quarante ans d'immenses services à la science à laquelle elle était consacrée, et il est bien à désirer que, par la donation que Mme Delessert et ses filles en ont faite à l'Académie des Sciences, elle continue à être tenue au courant de toutes les publications nouvelles et à fournir aux naturalistes des moyens d'étude aussi faciles. »

PHYSIQUE. — « **M. le Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, au nom de *M. Zantedeschi*, dix-neuf ouvrages et opuscules, relatifs pour la plupart à la météorologie de l'Italie, dont les titres seront consignés au *Bulletin bibliographique*, et dépose en même temps sur le bureau quatre Lettres du savant professeur, dont il communique les extraits suivants :

» Par la première Lettre, datée de Padoue le 30 septembre 1868, M. le professeur Zantedeschi fait hommage à l'Académie de son ouvrage sur le climat de Vérone, qui comprend une période de soixante-treize ans, de 1788 à 1860 inclusivement. A ce volume est jointe une Lettre imprimée sur le climat de Vérone, adressée au P. Secchi.

» Dans quinze Mémoires et cahiers, également imprimés, sont réunies les recherches les plus intéressantes de l'auteur sur le climat de l'Italie, avec les constantes et les variables des éléments météorologiques. Il rappelle qu'il a déduit les lois du climat de Turin de cent sept années d'observations, de 1754 à 1860 inclusivement; celles du climat de Milan, de quatre-vingt-dix-sept années, de 1763 à 1860; les lois de la distribution de la pluie en Italie des observations faites dans 47 stations d'Italie; et sa thermographie italienne des *maxima*, *minima* et *moyennes* comprend une période de cent trente-sept années d'observations faites dans cinquante-cinq stations de la Péninsule, qu'il a publiées à Padoue, à l'imprimerie d'A. Bianchi, en 1864. « J'ai la confiance, dit l'auteur, que ces documents, qui ont une » date publique, établiront mes droits de priorité.... »

» M. Zantedeschi espère qu'on lui saura gré d'être parvenu à de semblables résultats, avec les moyens très-limités dont il pouvait disposer, avant qu'on eût songé au recueil intitulé « Documents et études sur le climat de » l'Italie, recueillis et publiés par une Commission du Gouvernement ita- » lien, sous la direction de M. Matteucci », recueil dont le premier cahier a été présenté à l'Académie dans la séance du 8 juin dernier (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1137), et il se montre sensible à la justice qui lui a été rendue à cet égard par M. Matteucci, dans le *Journal Polytechnique* imprimé à Milan en 1865, t. XXV, et par la Direction de Statistique et de Météorologie italienne (*Meteorologia italiana*, octobre 1865, p. 14).

» Dans la seconde Lettre, datée de Padoue, le 3 novembre 1868, à l'occasion d'une communication faite à l'Académie par M. Chasles, dans la séance du 19 octobre dernier (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 785), concernant l'idée, plusieurs fois émise en Italie, à partir de 1588, d'un projet de télégraphe magnétique, M. Zantedeschi rappelle l'article qu'il a publié lui-même, il y a seize ans, en 1852, dans son journal physico-chimique italien, sur la télégraphie magnétique et électromagnétique, en Italie, pendant le XVIe siècle et pendant le XIXe. Cet article, dont il serait peut-être intéressant de publier une traduction française complète, contient un extrait de la *Magie naturelle*, imprimée à Naples en 1589, où la possibilité de construire une espèce de télégraphe magnétique est annoncée dans la phrase latine suivante :

» Et amico longè absenti, etiam carceribus incluso, possumus incum- » bentia nuntiare, quod duobus nauticis pixidis, alphabeto circumscriptis » fieri posse non vereor. »

» L'auteur reproduit ensuite une pièce de vers latins de la même époque, qui conduit aussi à conclure que le télégraphe électrique à cadran est la réalisation d'une conception qui a existé en Italie au XVIe siècle, ne fût-ce qu'à l'état d'aspiration poétique.

» Dans la troisième Lettre, en date du 9 novembre, M. Zantedeschi communique à l'Académie une Notice sur son *Éclipsiostat universel*, instrument qu'il croit pouvoir être de quelque intérêt pour l'étude des expansions lumineuses des atmosphères planétaires, et principalement de celle du Soleil.

» Son appareil, qui est l'inverse de l'héliostat, est analogue à celui qu'il avait construit, à la fin de 1842, pour une chambre obscure, et qu'il avait installé dans la grande salle de Physique du Lycée royal de Venise afin d'expérimenter, dans la chambre obscure, autour du spectre solaire. Son but était

alors de reconnaître jusqu'où s'étendaient les irradiations lumineuses, et quelles étaient leur force et leur couleur (1).

» Dans la quatrième Lettre, datée de Padoue, le 17 décembre 1868, M. le professeur Zantedeschi fait hommage à l'Académie d'un nouvel opuscule qu'il vient de publier sous le titre de *la Science à l'Exposition universelle de Paris en* 1868, opuscule qui est principalement consacré aux travaux scientifiques des savants italiens. »

(Les quatre lettres et les ouvrages de M. Zantedeschi, écrits tous en italien, sont renvoyés à l'examen de M. Edmond Becquerel qui est invité à en faire l'objet d'un Rapport verbal.)

M. Aug. Duméril adresse à l'Académie la Notice imprimée de ses travaux scientifiques.

(Renvoi à la Commission nommée pour présenter une liste de candidats à une place d'Académicien libre.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces algébriques.* Note de **M. A. Clebsch**, présentée par M. Chasles.

« Les théorèmes de M. Riemann sur les fonctions algébriques à deux variables ont donné un principe pour classifier les courbes algébriques. J'ai proposé de nommer *genre* d'une courbe le nombre $p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - d$ (*deficiency* de M. Cayley), n étant l'ordre de la courbe, d le nombre de ses points doubles ou de rebroussement. Le genre de deux courbes algébriques doit être le même pour que l'on puisse faire correspondre à chaque point de l'une un seul point de l'autre, et réciproquement. Toutes les courbes du même genre peuvent être transformées algébriquement dans une espèce particulière de ce genre, laquelle a un nombre suffisant de coefficients arbitraires; pour $p > 2$, ces *courbes normales* sont de l'ordre $p + 1$, et le nombre de leurs points doubles ou de rebroussement est égal à $\frac{p(p-3)}{2}$. (*Voir* Clebsch *und* Gordan, *Theorie der Abelschen Functionen.*)

» Maintenant j'ai trouvé que, pour les surfaces algébriques, il y a des

(1) *Voir* les documents imprimés en Italie sur les expériences spectrométriques de M. le professeur F. Zantedeschi.

théorèmes tout à fait analogues. Je suis parvenu à démontrer le théorème suivant :

« Soient données deux surfaces $f = 0$ et $\varphi = 0$ des ordres m et n respec-
» tivement. Supposons que l'on puisse faire correspondre à chaque point
» de $f = 0$ un seul point de $\varphi = 0$ et réciproquement, de sorte que ces sur-
» faces soient transformables l'une dans l'autre d'une manière algébrique
» et rationnelle. Supposons, pour plus de simplicité, que ces surfaces
» n'aient que des singularités régulières, c'est-à-dire des singularités qui
» se trouvent sur chaque surface ou sur sa réciproque. Alors soit p le nom-
» bre de coefficients arbitraires d'une surface de l'ordre $n - 4$ passant par
» les courbes doubles ou de rebroussement qui se trouvent sur $f = 0$, et p'
» le nombre correspondant eu égard à $\varphi = 0$. On aura toujours $p' = p$. »

» Ce théorème nous permet de classifier ces surfaces eu égard à leur *genre p*. Deux surfaces devront appartenir au même genre pour être transformées l'une en l'autre d'une manière rationnelle. Lorsqu'une surface donnée n'a aucune courbe double ou de rebroussement, son genre sera égal à $\frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3}$, tous les coefficients de la surface de l'ordre $n = 4$ étant arbitraires. Au contraire, lorsqu'il n'y a aucune surface de l'ordre $n - 4$, qui passe par les courbes doubles et de rebroussement de la surface donnée de l'ordre n, cette surface appartiendra au genre $p = 0$. A ce genre appartiennent toutes les surfaces qui peuvent être transformées dans un plan; ce qui se fait pour la plupart des surfaces que l'on a considérées actuellement, et dont M. Chasles, M. Cremona et moi-même avons offert des exemples assez nombreux.

» Lorsque la surface réciproque d'une donnée appartient au même genre, on a le théorème spécial :

« Étant donnée une surface de l'ordre n et de la classe k, le nombre de
» coefficients indéterminés d'une surface de l'ordre $n - 4$ passant par les
» courbes doubles ou de rebroussement de la surface donnée, est égal au
» nombre de coefficients indéterminés d'une surface de la classe $k - 4$,
» qui a pour plans tangents tous les plans tangents doubles de la surface
» donnée. »

ASTRONOMIE. — *Passage de Mercure devant le disque du Soleil, observé le 5 novembre au matin, à l'observatoire de la Marine, à Toulon.* Note de **M. Pagel**, présentée par M. E. Laugier.

« ..... Je me suis servi, pour faire cette observation, d'une lunette astronomique de Baudry de 8 centimètres d'ouverture et d'un grossissement d'environ 100 fois. Un peu avant la sortie de Mercure, le Soleil était beau, et mes contacts me paraissent exacts, à 2 ou 3 secondes près. J'ai trouvé :

	Temps moyen de l'observatoire de la Marine.
	h m s
Deuxième contact interne, à..................	9.23.55
Deuxième contact externe, à..................	9.26.21

» La longitude de l'observatoire de la Marine est de $14^m 20^s,8$ à l'est de Paris.

» Si l'on corrige ces temps de l'effet de la parallaxe, et qu'on les rapporte au méridien de Paris, on aura :

	Deuxième contact interne.	Deuxième contact externe.	
	h m s	h m s	
Observation.............	9. 9.30,9	9.11.56,6	T. moyen de Paris.
Calcul.................	9. 9.19,2	9.11.57,6	
Différence.......	— 11,7	+ 1,0	

MÉCANIQUE. — *Sur une disparition de travail qui accompagne les déformations des corps élastiques.* Note de **M. Rozé**, présentée par M. Delaunay.

« Il est d'expérience journalière qu'un corps élastique mis en vibration reprend rapidement l'état de repos, mais le plus souvent il est aisé de constater qu'en même temps une partie du mouvement s'est communiquée aux corps environnants, de sorte qu'on peut se demander si, dans le cas où le corps vibrant serait placé à l'abri de toute perte par communication, son mouvement ne se conserverait pas indéfiniment avec les amplitudes initiales.

» On ne peut songer à réaliser ces conditions idéales, cependant j'ai pu reconnaître, dans un grand nombre de circonstances, qu'il y a perte de force vive indépendamment de toute cause de déperdition à l'extérieur; que de plus, dans le cas particulier qui va être défini et où il s'agit d'une flexion, le rapport x des forces vives totales correspondant à deux époques déterminées et le nombre $2n$ de vibrations effectuées dans l'intervalle sont très-sensiblement liés par une exponentielle $x = k^{2n}$, dans laquelle la constante k

dépend seulement de la nature de la substance considérée et des conditions physiques.

» Je prendrai comme exemple une disposition simple, qui peut fournir aisément des résultats aussi concluants que précis.

» Un spiral cylindrique, satisfaisant aux conditions théoriques indiquées par M. Phillips (1), a ses extrémités encastrées, l'une dans un corps fixe, et l'autre dans un appendice lié à un balancier très-mobile.

» Si un pareil système, analogue au système régulateur des chronomètres, est mis en mouvement dans le vide, le travail des forces extérieures se réduit à celui du frottement des pivots, qui résulte lui-même du poids du balancier et peut par suite être diminué autant qu'on voudra, surtout si l'on substitue aux pivots une seule pointe reposant sur un plan. Le moment de cette résistance s'obtient en observant la loi du mouvement du balancier séparé de son spiral et lancé avec une vitesse connue. On le trouve ainsi à peu près indépendant de la vitesse. Quant à la perte de travail qu'on pourrait craindre de la part des encastrements, la discussion d'expériences convenablement variées établit qu'elle n'a aucune influence sur le résultat.

» D'après l'équation du mouvement d'un tel système, l'effet du frottement des pivots doit être de réduire les amplitudes d'un angle constant, à chaque oscillation; de façon qu'à une diminution de 15 degrés, par exemple, dans les amplitudes, corresponde un même nombre d'oscillations, quelle que soit leur étendue.

» Or, voici les résultats fournis par l'expérience dans un cas particulier, où ce nombre, par suite de la valeur du moment des forces de frottement, aurait dû être supérieur à 145 :

Amplitude initiale α_0.	Amplitude finale α_{2n}.	Nombre correspondant d'oscillations $2n$.	Valeur du rapport $k=\sqrt[n]{\frac{\alpha_0}{\alpha_{2n}}}$.
135°	120°	28	1,0042
120	105	35	1,0038
105	90	38	1,0041
90	75	45	1,0041
75	60	52	1,0043
60	45	70	1,0041

» On voit d'abord que les nombres observés $2n$ sont de beaucoup infé-

(1) C'est-à-dire tel que les forces élastiques se réduisent toujours à un couple dont l'axe coïncide avec l'axe de figure. (Voir *Mémoire sur le spiral réglant.*)

rieurs à 145, et ensuite, que ce n'est pas la différence, mais le rapport de deux amplitudes consécutives qui est constant.

» Lorsqu'on opère avec des appareils de dimensions très-différentes, et dans des conditions très-variées, on trouve, avec une concordance remarquable, la même valeur pour le rapport des deux amplitudes consécutives (1), et ce rapport ne dépend que de la nature et de l'état physique de la substance dont le spiral est formé. J'ai ainsi obtenu, pour valeurs approximatives de k :

Acier	1,004
Fer	1,006
Laiton	1,005
Argent et palladium	1,009

» A chaque oscillation, la force vive du système passe par zéro, et par un maximum qui correspond à l'instant où le couple résultant des forces élastiques est nul; d'ailleurs, le moment du couple étant proportionnel à l'angle d'écart, il en résulte que la force vive relative à cet instant est proportionnelle au carré de l'amplitude; par suite, le rapport des forces vives correspondant à deux oscillations d'ordre zéro et $2n$ est égal à $\frac{\alpha_0^2}{\alpha_{2n}^2}$, c'est-à-dire à k^{2n}.

» On peut encore, par un calcul facile, tirer de la relation

$$k = \sqrt[n]{\frac{\alpha_0}{\alpha_{2n}}},$$

cette conséquence remarquable, que les choses se passent exactement comme si, à chaque instant du mouvement, le moment du couple résultant des forces élastiques était diminué ou augmenté, selon qu'il est moteur ou résistant, d'une fraction λ de sa valeur. On trouverait, en même temps, que l'isochronisme des oscillations subsiste, et qu'il y a, entre les constantes λ et k, la relation symétrique

$$\lambda = \frac{k-1}{k+1}.$$

» C'est vers cet ordre de phénomènes que depuis plusieurs années je dirige des recherches, espérant les étendre à d'autres genres de déformations élastiques pour des corps de différentes natures, et trouver aussi sous une forme quelconque, peut être calorifique, un équivalent du travail disparu. »

(1) Excepté dans les premiers instants du mouvement, où la perte de force vive est toujours un peu plus grande. Cette remarque me paraît importante, quant à l'étude ultérieure et intime du phénomène.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les étoiles filantes dans l'atmosphère.* Extrait d'une Note de **M. Chapelas.**

« Lorsque les nuages fort élevés, que l'on désigne sous le nom de *cirrus*, viennent à se former, quelle que soit leur direction, si le courant aérien qui les transporte présente une certaine intensité, les observateurs ont pu remarquer que ce courant, après avoir influencé en plus ou en moins, suivant sa direction, la colonne barométrique, devient quelques heures après le vent régnant indiqué par la girouette.

» Cela posé, il est dans le phénomène des étoiles filantes un point très-important : ce sont les particularités remarquables offertes par certains de ces météores, qui présentent des trajectoires parfois complétement recourbées ou simplement serpentantes ou saccadées.

» Étudiant depuis longtemps ce genre particulier d'apparitions, nous avions émis, M. Coulvier-Gravier et moi, cette hypothèse, que ces trajectoires accidentées pourraient fort bien être l'effet d'un courant atmosphérique très-intense, rencontré par le météore durant le parcours de sa trajectoire, et venant ainsi dévier entièrement ou seulement contrarier sa direction primitive. C'est ce courant supposé que nous avons désigné sous le nom de *perturbation*.

» L'Académie se souvient sans doute que, dès 1864, m'occupant de cette question, j'avais eu l'honneur de lui soumettre un travail, accompagné d'une courbe barométrique construite à l'aide de ces perturbations, et faisant ressortir l'identité parfaite qui existait entre cette courbe et celle que l'on obtenait à l'aide des hauteurs barométriques relevées à l'instrument, trente-six ou quarante heures après l'apparition de ces perturbations.

» Voulant compléter aujourd'hui ce premier résultat, qui donne la connaissance à l'avance de l'oscillation barométrique, j'ai considéré une période de vingt années (1848-1868). Prélevant alors, d'une part, toutes les perturbations constatées pendant cette période; étudiant simultanément, d'autre part, les phénomènes météorologiques qui s'étaient produits à la suite de ces curieuses observations, j'ai pu constater de la manière la plus précise que, du troisième au quatrième jour, après l'apparition de ces perturbations, le courant régnant à terre était identiquement le même que celui qui nous avait été révélé par la direction de cette perturbation. »

Au moyen des constructions graphiques qui forment les planches de son Mémoire, l'auteur a mis en évidence l'analogie qui existe entre la di-

rection des courants inférieurs et celle des courants supérieurs, révélée trois ou quatre jours à l'avance par la présence de ces météores à trajectoires perturbées.

« Par ce qui précède, on voit que, à l'instar des courants agissant dans la région des cirrus, ces courants supérieurs qui se manifestent dans la région des étoiles filantes procèdent par abaissement, et, en raison de leur grande hauteur dans l'atmosphère, on comprend aussi pourquoi, au lieu de quelques heures seulement, il s'écoule soixante-douze ou quatre-vingt-seize heures avant que leur influence se fasse sentir à la surface de la terre.

» En résumé, par l'observation des perturbations, on se trouve renseigné à l'avance et d'une manière précise : 1° sur les mouvements du baromètre; 2° sur les vents qui doivent remplacer ceux dont nous subissons les effets. Enfin on voit également par ces recherches que, dans les régions les plus élevées de l'atmosphère, le mouvement des différentes couches d'air offre une grande analogie avec celui qu'il nous est permis d'examiner dans les régions inférieures, examen rendu possible par la présence des nuages et des vapeurs. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

PHYSIQUE. — *Mémoire sur les phénomènes d'électricité statique qui accompagnent la destruction rapide de l'adhérence de différents corps.* Note de **M. L. Joulin**, présentée par M. Edmond Becquerel. (Extrait par l'auteur.)

« En considérant les expériences connues de l'électricité statique, on conçoit que le fonctionnement des différents organes des machines soit accompagné d'un développement d'électricité, qui, dans la plupart des cas, ne se manifeste pas, les électricités décomposées se recombinant au fur et à mesure qu'elles se produisent. Cependant le mouvement des courroies en cuir sur les poulies métalliques a présenté un cas où les conditions qui empêchent la recomposition ont été assez suffisamment remplies pour que l'attention des ouvriers ait été attirée par des phénomènes de ce genre. Ainsi à l'usine à gaz de Saint-Etienne, un ouvrier a été piqué par de fortes étincelles (1). La possibilité de la réalisation de ces conditions, si rare qu'elle

(1) Le fait a été signalé dans un Mémoire inséré dans les *Annales télégraphiques* (mai-juin 1863); l'auteur, M. Loir, en a même donné une explication basée sur le rôle qu'auraient joué les rivets en cuivre qui réunissaient les deux bandes de la courroie double; des expériences directes nous ont conduit à des conclusions différentes.

parût être, intéressait vivement la sécurité de certains établissements, et notamment des poudreries, et S. Exc. M. le Ministre de la Guerre voulut bien nous charger, il y a quelques années, d'étudier ces phénomènes. Nous avons, dès cette époque, indiqué les mesures que l'on devait prendre pour se mettre à l'abri de cette cause de danger (il fallait rendre la courroie conductrice à l'aide d'un peu de plombagine par exemple); le problème scientifique restait à résoudre, mais l'insuffisance des moyens dont nous disposions ne permit pas alors d'en faire une étude complète.

» Depuis, ayant observé les mêmes faits en différents lieux, nous avons pu nous convaincre, qu'ainsi que nous l'avions annoncé, ce développement d'électricité ne tenait pas aux conditions particulières de l'usine où il avait été signalé, et que c'était un phénomène général. Nous avons examiné successivement les circonstances qui influent sur sa production; les observations nouvelles qui résultent de cette étude sont consignées dans un Mémoire dont nous ferons connaître aujourd'hui les principales conclusions.

» Dans des conditions déterminées de vitesse et de tension, le mouvement des courroies sur les poulies en fonte est suivi d'un développement d'électricité, tantôt positive, tantôt négative, dont les effets, dans certains cas, sont comparables à ceux des plus fortes machines de frottement. Un grand nombre de circonstances influent d'une manière soit permanente, soit momentanée, sur la nature et l'intensité de l'électricité développée :

» 1° La *nature du cuir:* toutes choses égales d'ailleurs, la tension électrique est d'autant plus forte que l'engraissement est moindre;

» 2° Les *conditions d'installation* de la courroie, qui peut être croisée ou non croisée, et tendue plus ou moins sur des poulies égales ou inégales;

» 3° L'*état des surfaces* en présence, qui sont polies ou non polies;

» 4° Les *conditions du mouvement*, c'est-à-dire le temps pendant lequel la courroie est restée en repos avant la mise en marche pour l'expérience, la vitesse de développement de la courroie, le temps écoulé depuis le commencement de l'expérience, les arrêts successifs que subit la marche de la courroie, la quantité de travail constant ou variable transmis d'une manière continue ou intermittente, etc.

» 5° La *température et l'état hygrométrique*, et surtout les variations brusques, même légères, de ces circonstances;

» 6° Des *substances en poudre minérales ou organiques*, des oxydes métalliques hydratés ou non, interposés en quantités excessivement petites

entre la courroie et la poulie, ont une influence considérable sur la production de l'électricité.

» Dans une autre série d'expériences faites dans le but de reconnaître à quelle action mécanique accompagnant le mouvement des courroies est due la cause qui produit les phénomènes, nous avons fait varier la nature des corps en présence au moyen de chemises (formées de substances différant beaucoup au point de vue de la conductibilité électrique) recouvrant la poulie; nous avons aussi étudié l'influence des actions physiques ou mécaniques sur le système en mouvement, et nous avons reconnu qu'elles ne produisent pas les mêmes effets sur l'une et l'autre électricité.

» Un grand nombre d'expériences nous ont amené à conclure que l'électricité dégagée est un phénomène de surface, indépendant des mouvements intérieurs que la masse de la courroie peut subir (flexions, allongements, vibrations), et que c'est à la destruction rapide de l'adhérence provenant de pressions plus ou moins grandes qu'est due la production de l'électricité (1). Il y a donc ici un ordre de faits analogues à ceux observés par M. Becquerel père (2) lors de la séparation de deux corps pressés l'un contre l'autre, qui conduit à la construction de machines électriques nouvelles, que nous appellerons *machines d'adhérence*, par opposition aux machines dites de *frottement*. Nous étudions en ce moment la meilleure disposition répondant aux faits nombreux que l'analyse a révélés, et nous pourrons prochainement mettre un modèle sous les yeux de l'Académie.

» En terminant, qu'il nous soit permis de dire, avec toute la réserve que comporte un tel sujet, que cette étude nous donne à penser que, dans les machines de frottement, le développement de l'électricité tiendrait plutôt à l'adhérence vaincue de la portion de secteur qui abandonne le coussin, qu'à l'action plus complexe du frottement. D'après cette manière de voir, l'électricité statique prendrait sa source dans les seuls phénomènes désignés sous le nom d'*électrisation par pression*, observés dans quelques cas particuliers seulement par Œpinus, Libes et Haüy, étudiés et généralisés par M. Becquerel, dans lesquels rentrent facilement, du reste, ceux observés dans le clivage.

---

(1) C'est à la même cause que nous rapportons les manifestations électriques observées dans les papeteries au moment où les bandes de papier abandonnent les tambours sécheurs.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. II, p. 1. — Becquerel, *Traité d'Électricité*, en 7 vol., t. II, p. 97.

» Les faits que nous avons rapportés plus haut viendraient aussi corroborer l'opinion des savants qui pensent qu'au nombre des causes qui augmentent l'adhérence, on doit placer la mise en jeu des forces électriques entre les deux corps en présence. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage de l'acide phosphorique dans les cendres de végétaux, les engrais, les sols, les amendements.* Note de **M. Th. Schlœsing**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai dit, dans une communication précédente (*Comptes rendus*, 25 mai 1868), comment j'ai été conduit, pour doser l'acide phosphorique dans les cendres des végétaux, les engrais, les sols, à transformer les phosphates en phosphure de fer, procédé que M. H. Sainte-Claire Deville a le premier employé dans son analyse de la bauxite, et j'ai indiqué une méthode nouvelle pour déterminer le phosphore dans le phosphure obtenu : il faut maintenant donner le moyen de faire passer entièrement dans du fer le phosphore contenu dans un minéral.

» Lorsqu'on chauffe au blanc, dans un creuset brasqué, avec un fondant siliceux et de l'oxyde de fer, des mélanges de corps purs représentant par leurs proportions soit une argile, soit un sol quelconque, dans lesquels on a introduit un poids connu d'un phosphate, on ne trouve pas, en général, dans la fonte la totalité du phosphore. Il est probable que la réduction de l'oxyde de fer étant terminée avant celle de l'acide phosphorique, la fonte se réunit en grenailles et culot dès que la fluidité de la scorie le permet, et se soustrait dès lors au contact des vapeurs de phosphore qui continuent à se former et qui sont entraînées avec l'oxyde de carbone hors du creuset. Cette explication m'a donné l'idée d'employer comme fondant du silicate de fer, en telle proportion qu'après la saturation de toutes les bases par sa silice, il restât encore un excès de silicate dans la scorie : cet excès continuant à se réduire à la haute température produite par le chalumeau à gaz d'éclairage, parallèlement à la réduction de l'acide phosphorique, devait constamment offrir du fer au contact du phosphore naissant. L'expérience a confirmé mes prévisions.

» Le silicate de fer est préparé facilement en fondant dans un creuset brasqué du fer en limaille, du peroxyde et du sable pur dans les rapports des nombres 28, 80 et 48. La matière fondue est séparée du fer en excès, pilée et tamisée : sa composition varie entre $\frac{4}{3}$ et $\frac{5}{3}$ FeO pour 1 SiO^2. Je mélange la matière, objet de l'analyse, avec du silicate et du charbon de

cornue en poudre; la proportion du fondant est calculée de manière que la scorie à produire retienne de l'oxyde de fer; celle du charbon est environ la moitié du carbone nécessaire pour réduire la totalité de l'oxyde de fer. J'emploie des creusets de terre que je brasque en les enduisant d'une pâte presque sèche, formée de charbon de cornue en poudre fine et d'eau sucrée; une couche de 3 millimètres d'épaisseur suffit pour constituer un véritable creuset de charbon très-solide, et demeurant intact quand le creuset de terre se fend ou se déforme. Je chauffe progressivement pendant cinq à six minutes, puis pendant vingt à vingt-cinq minutes avec toute la puissance du chalumeau. Étant donnés un de ces instruments, un four et le numéro du creuset, il faut s'assurer qu'on peut fondre entièrement, dans ces conditions, des rivets remplissant un creuset non brasqué. La scorie est concassée dans un mortier de fer recouvert d'une feuille de caoutchouc; j'en sépare le culot et les grenailles, et j'achève de la piler; je la mêle ensuite avec du chlorure de potassium, et l'introduis à la suite de la fonte dans le tube où se fera la séparation du phosphore d'avec le fer.

Vérifications.

I.	II.
300^{mg} de phosphate de chaux contenant 53,5 pour 100 de phosphore;	226^{mg} de phosphate de chaux contenant 50,2 pour 100 de phosphore;
1200 de silicate et 300 de charbon;	1500 de silicate et 200 de charbon;
500 de fer en poudre.	700 de fer en poudre.

(Lorsqu'un phosphate ne contient pas un excès de base, et peut par conséquent perdre du phosphore dès le rouge vif, avant que le silicate donne du fer réduit, j'ai la précaution de mêler à la matière du fer en poudre.)

I.		II.	
Acide phosphorique : trouvé...	160^{mg},8	Acide phosphorique : trouvé...	112^{mg},7
» calculé...	160,5	» calculé...	113,4

» On opère ensuite sur de l'argile, du carbonate de chaux pur et des mélanges de ces deux matières, avec addition d'acide phosphorique sous forme de phosphate d'alumine en dissolution. L'argile a d'abord été délayée dans l'acide nitrique, mise en suspension dans un grand volume d'eau, séparée par décantation des parties sableuses, lavée et séchée :

	Argile.	Carbonate.	Acide phosphorique ajouté.	Silicate.	Charbon.	Acide phosphorique trouvé.	Acide phosphorique calculé.
	gr	gr	mg	gr	gr	mg	mg
I....	5	0	0	5	0,250	6,1	0
II....	5	0	25,1	5	0,250	31,3	25,1+6,1=31,2
III...	5	1	25,1	5,5	0,320	30,7	31,2
IV...	5	3	25,1	7	0,420	30,5	31,2
V...	2,5	2,5	25,1	6,5	0,390	28,5	25,1+3,5=28,15
VI...	0	2,5	25,1	5	0,300	25,7	25,1

» Ces essais étaient assez concluants pour me permettre d'appliquer mon procédé à des engrais et à des sols.

» *Engrais.* — S'ils sont minéraux, il suffit de les broyer pour les mêler avec le silicate de fer. Les engrais organiques doivent être d'abord réduits en cendres : quand on a soin que la température ne dépasse pas le rouge sombre, il n'y a aucun danger de perdre de l'acide phosphorique.

» *Cendres de tabac.* — On traite directement la cendre par le silicate de fer :

Cendres.............	0gr,982	Acide phosphorique trouvé, 21mg,7; taux pour 100, 2,21.
Silicate...............	3,5	
Charbon............	0,4	

» On isole les phosphates en traitant les cendres par de l'acide nitrique, filtrant, évaporant, calcinant à 300 degrés, reprenant par l'eau; le résidu renferme le phosphate :

Cendres...........	1gr,067		Acide phosphorique trouvé, 24mg,07; taux pour 100, 2,25.
Résidu du traitement.	0,1495		
Fondu avec........	1,200	Silicate.	
	0,030	Charbon.	

» Il n'y a donc aucun inconvénient à fondre directement la cendre sans chercher à en extraire d'abord les phosphates.

» *Fumier de cheval.* — 800 grammes séchés à l'air donnent 358 grammes de cendres : acide phosphorique trouvé : 2,38 pour 100 dans les cendres; soit 1,6 dans le fumier.

» *Sols.* — On sait que l'acide phosphorique a été trouvé dans les éléments minéraux, sables, argiles, calcaires, dont le mélange constitue les sols. Or il ne me semble pas également assimilable dans ces divers matériaux; celui qui est enfermé dans les sables non calcaires peut être considéré comme perdu pour la végétation, à moins que ces sables ne subissent une désagrégation lente, ainsi qu'on l'admet pour certains d'entre eux; mais je croirais volontiers que les phosphates contenus dans les argiles, les calcaires, les marnes sont une réserve emmagasinée que des actions comme celle du silicate de

potasse sur le phosphate d'alumine, signalée par M. P. Thenard, celles de l'acide carbonique et de la matière organique soluble sur les composés insolubles, mettent peu à peu à la disposition des plantes. Il me semble donc convenable, en général, de ne procéder au dosage de l'acide phosphorique qu'après avoir éliminé le sable. J'opère sur 10 grammes de terre tamisée, j'attaque par l'acide nitrique et je décante, comme dans le cas d'une analyse mécanique, pour séparer l'argile et la dissolution. J'évapore à sec les produits de la décantation, je calcine le résidu au rouge sombre, je le fonds ensuite avec un poids au moins égal de silicate de fer. Lorsque la terre est très-calcaire, on peut se débarrasser de la majeure partie de la chaux en calcinant d'abord à 300 degrés environ, et lavant le résidu avec de l'eau pour dissoudre et éliminer du nitrate de chaux.

» Voici quelques résultats :

		SABLE.	ARGILE.	CALCAIRE.	MATIÈRE organique.	HUMIDITÉ.	ACIDE phosphorique dans 10 gram. de terre tamisée.
Terre de M. G. Rolland (Moselle)..		77,2	11	0	Indéter.	12	15mg
Terre prise à Vaujours............		22,4	34,3	34,3	*Id.*	10	19
Terre de Boulogne (Seine)........		45,5	9,2	38,5	*Id.*	7	24
Terres dont je dois les échantillons à l'obligeance de M. Hervé Mangon.	Polder du dain ...	40,3	36,4	19,4	*Id.*	4,8	16
	Bruyère..........	69,2	5,6	4,3	16,00	4,5	15
	Terre à betteraves.	62	1,4	32	Indéter.	»	23
	Terre d'un étang..	80	11,7	7,1	*Id.*	2,4	10

» Je trouve donc en moyenne 17 milligrammes d'acide phosphorique pour 10 grammes de terre, soit de 6 à 7 tonnes par hectare, en admettant une épaisseur de 25 centimètres pour la couche arable, et un poids de $1^k,5$ pour 1 litre de terre.

» J'espère que l'Académie voudra bien me permettre, en raison de l'intérêt du sujet, de lui présenter les résultats de nouvelles analyses par lesquelles je voudrais compléter ces premières recherches. »

CHIMIE. — *Action de l'ammoniaque sur le phosphore; par* **M. Blondlot.**

« Quoique l'action exercée sur le phosphore par l'ammoniaque caustique soit des plus remarquables, c'est à peine si elle a fixé jusqu'ici l'attention des chimistes. Il résulte de l'étude que j'en ai faite qu'il faut distinguer deux cas, celui où l'alcali agit en présence de l'eau, et celui où il intervient à l'état anhydre. Je ne m'occuperai aujourd'hui que du premier.

» On sait que tous les alcalis en dissolution attaquent le phosphore, même à froid, avec dégagement d'hydrogène phosphoré et formation d'acide phosphorique, de sorte que, si l'alcali est en excès, le phosphore finit par disparaître. Toutefois, il n'en est plus de même lorsque l'on agit en vases clos; alors, en effet, la décomposition de l'eau finit par s'arrêter, et le phosphore restant change peu à peu d'aspect. Si l'alcali en présence est de la potasse ou de la soude, il se recouvre d'une couche de matière jaune, amorphe, sur laquelle je me propose de revenir. Si c'est de l'ammoniaque, il passe peu à peu au noir intense. Cette transformation, qui est singulièrement accélérée par l'influence de la lumière, exige plusieurs mois pour être complète. Le phosphore est alors devenu dur, cassant; de sorte que, broyé sous l'eau dans un mortier, il se réduit facilement en poudre. Si son contact avec l'ammoniaque n'a pas été suffisamment prolongé, il recèle encore un peu de phosphore non modifié, et pourrait prendre feu à l'air. Il faut le purifier en le traitant par le sulfure de carbone et par une solution faible de potasse. La poudre peut alors être desséchée impunément à l'air libre ou à l'étuve. Passée au tamis de soie, elle constitue une poudre fine qui se conserve sous l'eau, mais qui, à l'air, émet des traces d'ammoniaque et passe lentement au jaune. Sous ce nouvel état, elle présente la plupart des propriétés du phosphore amorphe, dont elle diffère toutefois, non-seulement par la couleur, mais aussi par l'odeur, qui rappelle celle de l'acide sulfhydrique, et surtout par la propriété de reprendre sa couleur noire primitive par son contact avec l'ammoniaque. Du reste, la poudre jaune chauffée au fond d'un tube, jusqu'à 200 degrés environ, devient rouge, en dégageant de l'hydrogène phosphoré. Chauffée, à la même température, dans un courant d'acide carbonique desséché, elle émet aussi de l'hydrogène phosphoré, mais en passant seulement au jaune orangé.

» Quelle est, en définitive, la nature de cette poudre? Je ne saurais encore le dire avec certitude. Il me paraît hors de doute qu'elle renferme de l'hydrure de phosphore solide; mais je suis disposé à penser qu'elle contient aussi une certaine proportion de phosphore amorphe à l'état d'hydrate. C'est, du reste, un point sur lequel je me propose de revenir. »

CHIMIE. — *Sur la formation et la décomposition du sulfure de carbone.* Note de M. **Berthelot**, présentée par M. Balard.

« Le sulfure de carbone appartient à la classe des corps formés avec absorption de chaleur, à partir de leurs éléments. En effet, d'après MM. Favre et Silbermann, 1 gramme de sulfure de carbone dégage en brûlant 3400 ca-

lories, soit 258500 pour un double équivalent, C^2S^4 : ce nombre dépasse de 24500 calories les chaleurs de combustion réunies du soufre et du carbone, comme les auteurs précités le font d'ailleurs observer. A la température même à laquelle s'opère la réaction entre le soufre et le carbone, vers 1000 degrés par exemple, cet excès subsiste et le calcul montre qu'il doit être voisin de 22000 calories. Résultat d'autant plus singulier que le sulfure de carbone ne possède point les propriétés explosives des composés oxygénés du chlore; loin de là, il se forme, comme chacun sait, par l'union directe de ses éléments. Or, un tel mode de formation directe ne se réalise guère que pour les composés produits avec absorption de chaleur (1).

» Telles sont les circonstances qui m'ont engagé à étudier l'action de la chaleur sur le sulfure de carbone, dans l'espoir d'y trouver quelque explication pour ces anomalies.

» Le sulfure de carbone, dirigé lentement à travers un tube de porcelaine rouge de feu, s'y décompose en partie, avec formation de soufre, qui distille, et de carbone, qui se dépose aux parois du tube, sous l'apparence de minces feuillets, doués d'un éclat métallique et combustibles sans résidu.

» Ce résultat en lui-même n'a rien de surprenant. Ce qui l'est davantage, c'est que *la décomposition du sulfure de carbone commence aux températures mêmes auxquelles il prend naissance.*

» Pour mettre ce fait hors de doute, j'ai préparé du sulfure de carbone en faisant arriver du soufre en vapeur sur du coke récemment calciné et placé dans un large tube de grès. Dans l'axe de ce dernier tube se trouvait placé un tube de porcelaine beaucoup plus étroit, échauffé par le seul rayonnement du tube de grès enveloppant, et traversé, en même temps, par un courant lent de vapeur de sulfure de carbone pur. Or, tandis que le sulfure de carbone prend naissance, dans le large tube enveloppant, par la combinaison de ses éléments; le sulfure de carbone déjà formé se décompose en ces mêmes éléments, dans l'étroit tube enveloppé: le carbone se dépose aux parois, tandis que le soufre va se condenser à l'extrémité froide du tube. La combinaison du soufre et du carbone dans le tube enveloppant demeure d'ailleurs incomplète, aussi bien que la décomposition du sulfure de carbone dans le tube enveloppé.

» Entre le soufre, le carbone et le sulfure de carbone, il y a donc équilibre, de même que dans les expériences classiques de M. H. Sainte-Claire Deville sur la dissociation de la vapeur d'eau ou de l'acide chlorhydrique.

---

(1) *Leçons sur les méthodes générales de synthèse*, p. 400 (1864). — *Recherches sur l'acide formique* (1864).

Mais il y a cette différence que l'eau et l'acide chlorhydrique se forment bien avant la température de leur décomposition commençante et par l'union intégrale de leurs éléments; tandis que le sulfure de carbone ne commence à se former que vers la température de sa décomposition partielle. L'eau d'ailleurs et l'acide chlorhydrique sont des corps formés avec dégagement de chaleur, à partir de leurs éléments; tandis que le sulfure de carbone est formé avec absorption de chaleur.

» Pendant tout l'intervalle de température qui sépare la décomposition commençante d'un corps tel que l'eau ou l'acide chlorhydrique, de sa décomposition totale (intervalle de dissociation), l'acte de l'échauffement effectue un travail de signe contraire et directement opposé à celui des affinités, auxquelles il fait continuellement équilibre; c'est là ce qui distingue, à mon avis, l'état des corps en dissociation de l'état des mêmes corps pris aux températures plus basses. En effet, à ces dernières températures, le travail dû à l'échauffement n'intervient pas en général (1), et les affinités (2) jouent le rôle essentiel dans la production des phénomènes chimiques. Ce travail spécial dû à l'échauffement, *pendant la période de dissociation*, détermine donc la décomposition des corps formés avec dégagement de chaleur, tels que l'eau et l'acide chlorhydrique; et ce travail se traduit nécessairement par une absorption de chaleur: tel est le cas le plus général.

» Mais l'étude du sulfure de carbone prouve que le travail spécial dû à l'échauffement, pendant la période de dissociation, peut aussi déterminer le phénomène inverse, c'est-à-dire la formation de certains corps décomposables avec dégagement de chaleur; dans ce cas, comme dans l'autre, une absorption de chaleur traduit nécessairement le travail spécial dû à l'échauffement.

» Les chimistes ont été souvent surpris de voir se développer entre divers systèmes de corps simples ou composés des réactions inverses, et en apparence contradictoires, dans les mêmes limites de température et dans les mêmes conditions. Or, ces réactions inverses ont lieu en général pendant la période de dissociation, la seule pendant laquelle l'échauffement puisse effectuer un travail de signe contraire et directement opposé à celui des affinités.

---

(1) Dans ces limites, une élévation de température peut cependant intervenir pour déterminer certaines réactions, telles que l'union de l'oxygène avec l'hydrogène; mais ce sont là des réactions susceptibles de se produire avec dégagement de chaleur, c'est-à-dire en vertu d'un travail positif des affinités : ce n'est pas l'échauffement qui produit ce travail.

(2) Mesurées par les quantités de chaleur dégagées dans les réactions.

» J'ajouterai que, dans un cas comme dans l'autre, les actions de contact peuvent intervenir. En général, elles déterminent les réactions capables de dégager de la chaleur (1) [réactions exothermiques]; mais, dans la période de dissociation, elles peuvent aussi déterminer certaines réactions susceptibles d'absorber de la chaleur (réactions endothermiques). C'est ce que montrent les expériences de M. Corenwinder et de M. Hautefeuille, relatives à l'influence de la mousse de platine sur la formation directe du gaz iodhydrique, laquelle est une réaction endothermique.

» Ce ne sont pas là les seuls caractères qui distinguent les réactions endothermiques effectuées pendant la période de dissociation. En effet, la formation du sulfure de carbone, la décomposition des chlorhydrates en bromhydrates d'hydrogènes carbonés sont des actions lentes et progressives, au même titre que la formation des éthers composés ou leur décomposition par l'eau. La décomposition de l'eau et de l'acide chlorhydrique, aussi bien que leur reproduction, ne sont pas non plus des actions instantanées; car autrement il serait impossible d'obtenir, par un refroidissement brusque, aucune trace de l'hydrogène, de l'oxygène ou du chlore mis en liberté pendant la période de dissociation. Il est probable que la plupart de ces phénomènes obéissent aux lois de continuité, que j'ai reconnues dans mes recherches sur les éthers, que M. H. Sainte-Claire Deville a admises dans les dissociations, et qui ont été l'objet des expériences de MM. Wurtz, Debray, Troost et Hautefeuille. Mais si les réactions de dissociation ne sont pas instantanées, il en résulte que la période de dissociation ne représente pas un état particulier de la matière, pendant lequel les molécules seraient en quelque sorte disponibles et en échange perpétuel et instantané, comme il arrive, par exemple, entre une vapeur saturée et le liquide qui l'a fournie. Loin de là, l'état de la matière pendant la période de la dissociation est à chaque instant parfaitement déterminé; il peut être saisi sous sa forme actuelle, parce qu'il y persiste quelque temps, soit qu'on fasse varier les proportions des corps, soit qu'on abaisse ou qu'on élève la température, avant de passer au nouvel équilibre, correspondant à la nouvelle température ou aux nouvelles proportions.

» Il n'en est pas de même dans les réactions brusques, telles que celles qui se développent dans les gaz en combustion; l'équilibre qui se produit alors au premier moment, et qui semblerait devoir être tout à fait comparable à la condensation d'une vapeur, change au contraire d'une ma-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 903. — Cours professé au Collége de France en 1865, publié dans la *Revue des Cours publics*.

nière discontinue, d'après M. Bunsen, à mesure que la proportion des corps réagissants, ou leur température, varie d'une manière continue. L'action de l'étincelle électrique doit se rapprocher des mêmes conditions, lorsqu'elle donne naissance à l'acétylène ou à l'acide cyanhydrique.

» En effet, la formation de l'acétylène et celle de l'acide cyanhydrique, par l'acte de la décharge électrique, sont des phénomènes analogues à la formation du sulfure de carbone par l'acte de l'échauffement. Il y a pourtant cette différence que le carbone *solide* intervient dans l'équilibre entre le sulfure de carbone, le soufre et le carbone; tandis que le carbone solide, soit préexistant, soit mis à nu dans la dissociation de l'oxyde de carbone, ne se combine point avec l'hydrogène libre. Il n'entre point non plus en réaction proprement dite dans les transformations pyrogénées des carbures d'hydrogène (bien que son contact y joue un certain rôle). Dans l'équilibre entre le carbone, l'hydrogène et l'acétylène, le carbone *gazeux* intervient seul, comme je l'ai établi par mes expériences.

» Quoi qu'il en soit, ces diverses combinaisons offrent un caractère commun : de même que le carbone et le soufre s'unissent avec absorption de chaleur, de même en se combinant pour former l'acétylène, le carbone et l'hydrogène, suivant toute probabilité, absorbent de la chaleur; j'ai évalué par induction cette absorption à 40000 calories. Or, dans l'acte de cette formation, le carbone, l'hydrogène et l'acétylène sont en équilibre. La formation de l'acide cyanhydrique par ses éléments répond aussi à une absorption de chaleur, qui surpasse 28000 calories pour l'acide gazeux. Il y a plus : les deux degrés successifs de cette formation, en passant par l'acétylène, semblent représenter tous deux une absorption de chaleur. Si l'on admet que le carbone et l'hydrogène forment l'acétylène avec absorption de 40000 calories, on en déduit que l'acétylène et l'azote, en se combinant pour former l'acide cyanhydrique, doivent absorber encore une nouvelle quantité de chaleur, supérieure à 12000 calories. Sans insister sur ces chiffres, j'appelle de nouveau l'attention sur la formation directe, pendant la période de dissociation, des combinaisons qui absorbent de la chaleur en prenant naissance, telles que le sulfure de carbone, l'acide cyanhydrique, l'acétylène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des acides organiques sur les nitriles de la série des acides gras.* Note de **M. A. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« On sait, par les expériences que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie, que les nitriles proprement dits (anciens nitriles), s'unis-

sent directement aux hydracides pour donner des composés définis, mais instables, qui correspondent aux amides, dans lesquels 2 volumes des divers hydracides viennent remplacer 2 volumes d'eau. Il était nécessaire de se demander si les oxacides minéraux ou organiques pourraient se comporter à la façon de l'eau et des hydracides. C'est à l'acide acétique, doué d'une remarquable stabilité, que je me suis spécialement adressé dans ces nouvelles recherches pour déterminer comment se conduisent les acides organiques vis-à-vis des nitriles.

» *Formonitrile et acide acétique.* — Ces deux corps réagissent toujours l'un sur l'autre en petite quantité et seulement vers 200 degrés. A l'ouverture des tubes scellés qui contiennent le mélange, il se produit un abondant dégagement d'oxyde de carbone. Si l'on fractionne alors le liquide après avoir constaté la présence d'une bonne quantité d'acides cyanhydrique et acétique non combinés, le thermomètre s'élève rapidement à partir de 120 degrés jusqu'à 190 degrés environ, température à laquelle il distille un liquide épais, tandis que le thermomètre monte lentement jusqu'à 220 degrés. Mais en même temps on observe le dégagement d'oxyde de carbone. La liqueur passée de 215 à 220 degrés se concrète en cristaux fusibles vers 75 degrés, et qui ont donné à l'analyse les nombres de l'acétamide. Mais le dégagement d'oxyde de carbone, pendant que le thermomètre s'élève de 190 à 215 degrés, prouve, en même temps, que la formation de l'acétamide est précédée par celle de la formo-acétamide, instable à cette température comme la formamide elle-même, de sorte que les deux équations suivantes indiquent la succession des phénomènes :

$$\underbrace{\mathrm{Az(CH)'''}}_{\text{Formonitrile.}} + \underbrace{\mathrm{C^2H^3O, OH}}_{\text{Acide acétique.}} = \underbrace{\mathrm{Az(CH)'''OH, C^2H^3O}}_{\text{Formo-acétamide.}}$$

et

$$\underbrace{\mathrm{Az(CH)'''OH, C^2H^3O}}_{\text{Formo-acétamide.}} = \mathrm{CO} + \underbrace{\mathrm{C^2H^5AzO}}_{\text{Acétamide.}}$$

On observe en même temps la production d'acide cyanhydrique libre qui se forme par le dédoublement pur et simple de la formo-acétamide en ses deux composants :

$$\mathrm{Az(CH)OH, C^2H^3O = AzCH + C^2H^3O, OH},$$

réaction tout à fait analogue à celle qui se passe à une plus basse température pour les chlorhydrates et les bromhydrates des nitriles gras qui se dédoublent facilement dans leurs deux générateurs.

» *Acétonitrile et acide acétique.* — Le mélange de 1 molécule d'acétoni-

trile avec 1 molécule d'acide acétique cristallisable, porté de 100 à 140 degrés pendant plusieurs heures, ne présente aucun phénomène apparent; mais si on le porte à 200 degrés, il se produit au bout de quelque temps une contraction de plus de $\frac{1}{6}$ du volume primitif. Si l'on ouvre alors le tube scellé, après avoir constaté qu'il n'y a pas trace de gaz formés, et si l'on distille, on s'aperçoit d'abord qu'une partie des corps mélangés n'a pas réagi. Le thermomètre, à partir de 120 ou 130 degrés, monte rapidement jusqu'à 210 degrés environ, et il passe à cette température un corps sirupeux qui se prend bientôt en cristaux. Ce corps fond à 59 degrés. Une faible portion se volatilise vers 222 degrés et fond à 68 degrés.

» La partie passée de 210 à 215 degrés, soumise à l'analyse, a donné les nombres qui correspondent à la diacétamide; elle avait été déjà obtenue par Strecker (*Ann. Chem. Pharm.*, t. CIII, p. 324) dans l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acétamide.

» La réaction de l'acide acétique sur l'acétonitrile est donc la suivante :

$$\underbrace{Az(C^2H^3)'''}_{\text{Acétonitrile.}} + \underbrace{C^2H^3O, OH}_{\text{Acide acétique.}} = \underbrace{Az(C^2H^3)'''OH, C^2H^3O}_{\text{Diacétamide.}}$$

entièrement analogue à celle de l'acide chlorhydrique sur le même nitrile.

» *Propionitrile et acide acétique.* — Le sens de la réaction reste le même; mais ici se présente un nouveau phénomène digne d'intérêt. Si l'on chauffe pendant quinze à vingt heures le propionitrile avec l'acide acétique en excès, on observe encore une forte contraction du mélange, sans production de gaz. Une partie du mélange non combiné passe à la distillation de 90 à 145 degrés, puis le thermomètre monte rapidement à 212 ou 217 degrés, et la liqueur passée dans ces limites de température ne tarde pas à cristalliser partiellement. Elle se remplit au bout de vingt-quatre heures de fines et longues aiguilles d'aspect soyeux, solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, que l'on a séparées avec soin du reste du liquide; soumises à l'analyse, elles ont donné les résultats correspondants à la formule $C^6H^{12}Az^2O^3$.

» Nous pouvons démontrer que la constitution de ce corps est bien celle d'une amide. En effet, traité par la potasse, il donne de l'acétate de potasse et de l'ammoniaque; par l'eau, à 200 degrés, il s'hydrate et donne l'acétate d'ammoniaque. Il ne contient aucun autre radical d'acide que l'acétyle. C'est donc une amide à radical acétyle, et sa formule répond en effet à l'union de la diacétamide à l'acétamide; sa constitution peut donc se repré-

senter par :

$$Az^2 \left\{ \begin{matrix} 3C^2H^3O \\ H^3 \end{matrix} \right. \quad \text{ou} \quad Az \left\{ \begin{matrix} C^2H^3O \\ H^2 \end{matrix} \right. , Az \left\{ \begin{matrix} 2C^2H^3O \\ H \end{matrix} \right.$$

en employant les notations habituelles des amides. C'est la *triacétodiamide*. C'est encore là un des composés, restés oubliés jusqu'ici, que Strecker obtint en 1857 dans son beau travail sur l'action du gaz chlorhydrique sur l'acétamide.

» La formule suivante montre comment ce corps s'est formé :

$$\underbrace{2Az(C^3H^5)}_{\text{Propionitrile.}} + \underbrace{3C^2H^3O, OH}_{\text{Acide acétique.}} + H^2O = \underbrace{Az^2 \left\{ \begin{matrix} 3C^2H^3O \\ H^3 \end{matrix} \right.}_{\text{Triacétodiamide.}} + \underbrace{2C^3H^5O, OH.}_{\text{Acide propionique.}}$$

» On a dit que les aiguilles de triacétodiamide ne constituent pas la masse du produit de la réaction; elles se séparent au sein d'un liquide qui ne cristallise qu'à la longue. Bien mieux, on peut empêcher leur formation à peu près complétement en ne soumettant le propionitrile à l'action de l'acide acétique que molécule à molécule, et en ne chauffant que quelques heures vers 200 degrés. Dans ces nouvelles conditions, la liqueur bouillant vers 220 degrés fournit en se concrétant des cristaux fusibles à 68 degrés, qui, à l'analyse, ont donné des résultats qui correspondent au composé $C^7H^{14}Az^2O^3$. Soumis à l'action de la soude caustique aqueuse, ces cristaux donnent de l'ammoniaque et un liquide en partie cristallisable, quand on a saturé par l'acide carbonique l'excès de soude et enlevé son carbonate. Les cristaux formés sont de l'acétate de soude; les dernières eaux mères incristallisables traitées par le nitrate d'argent ont donné un précipité de propionate d'argent.

» La substance précédente répond donc à une amide mixte où existent à la fois l'acétyle et le propionyle, et dont la formule

$$Az^2 \left\{ \begin{matrix} C^3H^5O \\ 2C^2H^3O, \\ H^3 \end{matrix} \right. \quad \text{ou} \quad Az \left\{ \begin{matrix} C^3H^5O \\ C^2H^3O, \\ H \end{matrix} \right. Az \left\{ \begin{matrix} C^2H^3O \\ H^2 \end{matrix} \right.$$

est celle de la *propiodiacétodiamide*, corps intéressant à plusieurs égards. Il répond en effet au corps précédent où un reste propionyle est à la place d'un reste acétyle, et nous confirme encore une fois dans cette observation que j'ai déjà faite dans ce Recueil (1) qu'il existe deux espèces de polyamines :

(1) *Voir* ma Note « sur une nouvelle base dérivée de l'acide cyanhydrique » (*Comptes rendus*, septembre 1867).

les unes contenant des radicaux polyatomiques qui unissent deux ou plusieurs restes ammoniacaux, les autres qui *peuvent contenir* ou ne pas contenir de radicaux polyatomiques; ceux-ci ne servant pas d'une manière obligatoire, comme on le pensait, de lien entre les restes AzH^2, et ayant pour caractéristique, sous l'influence des acides ou de la chaleur, de se dédoubler en amides plus simples.

» De la *propiodiacétodiamide* obtenue par l'équation suivante :

$$\underbrace{2\,Az(C^3H^3)}_{\text{Propionitrile.}} + 2\,C^2H^3O,OH + H^2O = \underbrace{C^7H^{14}Az^2O^3}_{\text{Propiodiacéto-diamide.}} + C^3H^5O,OH$$

dérive la *triacétodiamide* par une action prolongée de l'acide acétique sur cette substance, suivant l'équation :

$$Az\begin{cases}C^3H^5O\\C^2H^3O\\H\end{cases},\ Az\begin{cases}C^2H^3O\\H^2\end{cases} + C^2H^3O,OH$$

$$= Az\begin{cases}C^2H^3O\\C^2H^3O\\H\end{cases},\ Az\begin{cases}C^2H^3O\\H^2\end{cases} + C^3H^5O,OH;$$

on retrouve en effet l'acide propionique dans la liqueur distillée à 140 degrés.

» Il est donc démontré que les acides oxygénés organiques, spécialement l'acide acétique, s'unissent aux nitriles gras pour donner avec eux des composés correspondants aux amides, qui sont simples et stables comme la diacétamide, ou instables comme la formo-acétamide, ou bien des diamides plus complexes résultant d'une action plus prolongée de l'acide et de l'union par l'azote des amides simples simultanément produites.

» Ces travaux ont été faits au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques sur le sulfure d'allyle.* Note de **M. P. de Clermont**, présentée par M. Wurtz.

« M. Chancel a publié en 1851 (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, p. 642), un Mémoire dans lequel il décrit l'éthylsulfocarbonate de potassium. Vers 100 degrés, dit-il, ce sel se dédouble en quintisulfure de potassium et en une huile qui paraît iden-

tique avec l'essence d'ail. L'équation suivante exprimerait la réaction :

$$2\,C^3H^5KS^3 = C^6H^{10}S + K^2S^5.$$

» Pensant que ce serait là une source avantageuse de sulfure d'allyle et et un moyen de passer de la série éthylique à la série allylique, j'ai préparé l'éthylsulfocarbonate de sodium et je l'ai soumis à l'action de la chaleur. Il a passé d'abord du sulfure de carbone, ensuite des produits sulfurés bouillant à des températures plus élevées. Le liquide a été redistillé, et on a constaté que tout passait avant 100 degrés. Il ne pouvait donc pas se trouver de sulfure d'allyle parmi ces produits, car ce composé bout à 140 degrés. Le liquide soumis à la distillation fractionnée a fourni diverses portions présentant des points d'ébullition assez constants; l'un des produits, bouillant de 95 à 100 degrés, a donné à l'analyse les nombres suivants : $C = 48,34$; $H = 10,56$. Cette composition ne correspond pas à une formule simple.

» L'autre produit, passant de 71 à 75 degrés, a été soumis aussi à l'analyse et a fourni les nombres suivants : $C = 43,64$; $H = 6,01$; plus abondant que le premier, il a été examiné dans l'espoir qu'il présenterait la composition du sulfure d'éthyle. Il eût été dans ce cas permis d'envisager l'équation suivante comme rendant compte de la réaction :

$$2(C^2H^5NaCS^3) = (C^2H^5)^2S + 2CS^2 + Na^2S.$$

Mais ici encore l'expérience a déçu mon attente, car le sulfure d'éthyle renferme 53,33 pour 100 de carbone et 11,11 pour 100 d'hydrogène. Il convient donc de dire que la distillation sèche de l'éthylsulfocarbonate de sodium ne donne pas de produits tels qu'on serait en droit de le supposer d'après la Note de M. Chancel. La réaction peu nette que j'ai constatée pour la décomposition du sel de sodium ne m'a pas porté à tenter le même essai avec le sel de potassium et à vérifier l'assertion de M. Chancel à cet égard; les faits que j'ai observés n'infirment pas ceux qui se rapportent au sel de potassium, car il est possible que le sodium, par suite de sa nature différente, n'agisse pas dans ce cas comme le potassium et qu'il se présente ici un écart remarquable entre les propriétés de ces deux métaux si voisins l'un de l'autre.

» Je demande la permission de rappeler, en terminant, quelques faits qui semblent être restés inaperçus, grâce à la date assez ancienne déjà de leur publication et qui cependant ne manquent pas d'un certain intérêt. Wertheim a fait voir en 1844 (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LI,

p. 309) que l'essence d'ail brute renferme de l'oxyde d'allyle, et en 1848 (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LV, p. 297) que ce même corps se produit en décomposant en vase clos, à 120 degrés, l'essence de moutarde avec de la chaux sodée. On sait aussi que l'oxyde d'allyle traité par l'iodure de phosphore se transforme en iodure d'allyle, lequel, ainsi que M. Wurtz l'a constaté dans un remarquable travail, donne lieu à la synthèse de la glycérine. On voit donc qu'en partant de l'essence de moutarde ou de l'oxyde d'allyle, corps qui se rencontrent tout formés dans la nature, on peut arriver à la synthèse de la glycérine, sans avoir recours à l'iodure d'allyle préparé avec la glycérine.

» Dans le premier Mémoire cité plus haut, Wertheim avait annoncé également avoir transformé le sulfure d'allyle en oxyde d'allyle au moyen du nitrate d'argent et de l'ammoniaque ; depuis, M. Ludwig a démontré l'inexactitude de cette observation en prouvant que le sulfure d'allyle n'est pas décomposé dans ce cas ; malgré cela, je ne doute pas qu'il soit possible de dégager le radical allyle de l'essence d'ail par d'autres procédés, de manière à le faire servir à la synthèse de la glycérine. C'est principalement cette idée qui m'avait fait entreprendre les recherches dont j'expose les résultats dans la présente Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle formation de l'alcool octylique.* Note de **M. R.-D. Silva**, présentée par M. Wurtz.

« Les principes immédiats que la nature crée dans les végétaux ne semblent pas être particuliers à des individus liés entre eux par des degrés de parenté plus ou moins étroits. C'est ainsi que les substances amylacées se rencontrent abondamment dans des graminées, dans des palmiers, dans des solanées et même dans des euphorbiacées. Néanmoins, le règne végétal fournit des exemples non moins fréquents de l'existence des mêmes principes immédiats dans tous ou dans la plupart des individus appartenant à une même famille naturelle : les labiées et les laurinées renferment des huiles essentielles; les solanées contiennent un principe vireux, les euphorbiacées fournissent un suc laiteux vénéneux.

» Parmi les plantes de la famille des euphorbiacées, il en est plusieurs qui fournissent des huiles fixes, plus ou moins complexes, dont les plus connues sont les huiles de ricin et de *Croton tiglium*. Il existe en grande abondance dans certaines contrées d'Afrique, surtout dans les îles de l'ar-

chipel du cap Vert, une plante décrite par Adanson vers le milieu du siècle dernier, le *Curcas purgans*, de cette même famille. Du fruit de cette plante on extrait des quantités considérables d'une huile fixe, douée des mêmes propriétés physiologiques que l'huile de ricin, mais de beaucoup plus exagérées. L'identité d'origine et l'analogie qui existent entre l'huile du *Curcas purgans* et celle du *Ricinus communis* me conduisirent, à l'exemple de ce que fit M. J. Bouis pour l'huile de ricin, à chercher d'obtenir de l'huile dont il est question, l'alcool octylique. Pour chercher à produire cet alcool avec l'huile de *purgueira* (c'est le nom indigène), j'ai employé la méthode ordinaire de saponification par la potasse. Mes prévisions ont été confirmées par l'expérience : j'ai obtenu une petite quantité d'alcool octylique, n'ayant eu, tout d'abord, que des échantillons de l'huile comparativement insignifiants, que M. P. de Magalhaês, de la Commission portugaise, à l'Exposition universelle, avait pu me fournir.

» Le produit de la distillation du mélange d'huile et d'alcali est un liquide complexe, inflammable, doué d'une odeur aromatique agréable. Les portions les plus volatiles, elles-mêmes hétérogènes, sont de beaucoup les plus abondantes. La portion passant de 178 à 180 degrés a donné à l'analyse les résultats suivants :

Carbone	73,65
Hydrogène	13,91
Oxygène (par différence)	12,44
	100,00

C'est la composition de l'alcool octylique pour lequel le calcul donne les chiffres suivants :

Carbone	73,84
Hydrogène	13,84
Oxygène	12,30

La partie du produit qui passe entre 178 et 180 degrés est un liquide incolore, doué d'une odeur aromatique très-agréable; son aspect est quelque peu oléagineux. Il devient jaune sous l'action de la lumière; insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther le dissolvent facilement. En contact avec le sodium, il donne lieu à un dégagement d'hydrogène, en même temps que le métal se décape et devient blanc et brillant comme l'argent le mieux poli. Ce caractère a été constaté par M. Bouis dans l'alcool octylique extrait de l'huile de ricin.

» Dans le cours de mes expériences sur l'huile de *purgueira*, et dès les premiers essais, j'ai constaté qu'elle renferme une quantité *notable d'azote ;* car, parmi les produits volatils de la distillation du mélange d'huile et de potasse dont il a été question, se trouve l'ammoniaque.

» Mes premières recherches ayant été suspendues faute de matière première, il m'a été permis à peine de faire une analyse élémentaire de l'huile, laquelle m'a donné les résultats suivants :

Carbone	77,00
Hydrogène	12,75
Azote	6,10
Oxygène (par différence)	4,15
	100,00

» En présence de ces faits, je crois que l'étude de l'huile de *purgueira*, ainsi que celle des produits qui en dérivent, présente le plus grand intérêt : je me propose de reprendre bientôt ce travail, dont je serais heureux de faire connaître les résultats à l'Académie.

» Ces recherches sont faites dans le laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le bromure d'allyle.* Note de **M. B. Tollens**, présentée par M. Wurtz.

» MM. Hofmann et Cahours ont mentionné le chlorure et le bromure d'allyle dans leur travail intéressant sur le groupe allylique (1). Ils ont obtenu ces corps en traitant l'alcool allylique par le chlorure et par le bromure de phosphore, mais la quantité d'alcool dont ils ont disposé n'a pas été suffisante pour leur permettre une étude complète des produits. Il n'a pas été possible de dire si le chlorure et le bromure obtenus par ces chimistes correspondaient à l'iodure d'allyle de MM. Berthelot et Luca, ou non.

» M. Oppenheim (2) a préparé le chlorure d'allyle en décomposant l'iodure d'allyle par le chlorure mercurique ; il a démontré qu'il n'est pas identique avec le propylène chloré de M. Friedel (3), mais qu'il est l'éther chlorhydrique de l'alcool allylique.

» Disposant d'une quantité considérable d'alcool allylique, préparé par une méthode nouvelle que j'aurai l'honneur de faire connaître prochaine-

(1) *Comptes rendus*, t. XLII, p. 217.

(2) *Bulletin de la Société Chimique*, nouvelle série, t. VI, p. 3 (1866).

(3) *Bulletin de la Société Chimique*, 1859.

ment à l'Académie, j'ai répété l'expérience de MM. Hofmann et Cahours, et j'ai obtenu le bromure d'allyle véritable.

» Le bromure d'allyle est incolore ; il a une odeur irritante, bout à 70 degrés et donne lieu aux mêmes doubles décompositions que le chlorure et l'iodure d'allyle.

» Il est différent du propylène bromé, substance bouillant à 54 degrés (1) et ne se prêtant pas aux doubles décompositions.

» Le bromure d'allyle, avec le chlorure et l'iodure d'allyle, forment une série d'éthers présentant, quant aux points d'ébullition, toute la régularité observée dans les autres séries.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches sur le système lymphatique du Congre.* Note de **M. Jourdain**, présentée par M. Milne Edwards.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé succinct des recherches que j'ai poursuivies sur le système lymphatique du Congre.

» La portion terminale de la nageoire centrale est couverte d'un réseau de lymphatiques, dont les maîtresses branches se réunissent pour donner naissance à un tronc impair (*vasolymphe caudal*), situé au-dessous de la veine du même nom, dans l'angle de réunion des hémapophyses. Ce tronc reçoit, à droite et à gauche, des rameaux opposés, qui suivent assez exactement le trajet des divisions de l'artère caudale, et rapportent la lymphe des nageoires, des muscles et des téguments de la région postérieure du corps. J'ai cherché vainement, dans toute l'étendue du vasolymphe de cette région, un réservoir pulsatile, tel qu'on en rencontre dans l'Anguille, dont la structure anatomique offre tant de traits communs avec le poisson qui nous occupe.

» Parvenu au niveau de l'extrémité postérieure des reins, le vasolymphe caudal se bifurque, en pénétrant dans la cavité abdominale. Les branches de bifurcation (*vasolymphes sous-vertébraux*) se placent sur les côtés de la face inférieure de la colonne vertébrale, dont les vertèbres sont creusées d'une gouttière destinée à les loger. Par leur côté externe, ces vasolymphes émettent des branches grêles qui contournent la vessie pneumatique, perforent chemin faisant le repli suspenseur de la bandelette génitale, dont ils reçoivent les lymphatiques, et vont s'ouvrir dans des dépendances des va-

(1) D'après M. Vogt (*inédit*). M. Reynolds donne 62 degrés.

solymphes viscéraux, accompagnant ainsi les anses veineuses anastomotiques que j'ai signalées jadis entre la veine rénale afférente et la veine porte.

» A la hauteur de la courbure pylorique, une de ces arcades anastomotiques du côté droit prend un développement considérable, passe transversalement entre l'intestin et la vessie pneumatique, et reçoit : en avant les vaisseaux du foie et de la vésicule biliaire; en arrière : 1° une branche qui longe le bord droit de l'intestin dans toute sa longueur et en reçoit un grand nombre de rameaux satellites des vaisseaux à sang coloré : ce tronc, vers sa partie moyenne, se dilate en un sinus oblong et variqueux, et, à son origine, reçoit les lymphatiques de la vessie urinaire; 2° une branche qui est située entre l'estomac et l'intestin, et qui se partage en deux rameaux se distribuant l'un à la face gauche de l'intestin, l'autre à la face opposée de l'estomac; 3° les lymphatiques des corps rouges de la vessie aérienne; 4° une branche qui côtoie le bord gauche de l'estomac.

» Au niveau des branches, chacun des vasolymphes sous-vertébraux reçoit un tronc assez grêle, qui se subdivise en autant de branches qu'il existe d'arcs branchiaux. Les rameaux d'origine de ce tronc constituent un réseau autour des vaisseaux afférents et des lamelles respiratoires.

» Les vasolymphes sous-vertébraux, après s'être anastomosés par l'entremise d'une arcade transversale située au-dessous de la deuxième ou de la troisième vertèbre dorsale, et, après avoir reçu le tronc des lymphatiques de l'appareil branchiostége, se jettent chacun dans un *réservoir cervical*, en communication avec le système à sang coloré.

» Ce réservoir, d'une forme irrégulièrement quadrilatérale, est placé en arrière de la cavité orbitaire; la région pétromastoïdienne en dedans, et la portion du temporal qui s'articule avec elle, en dehors, en forment la voûte; une membrane fibreuse, renforcée par le muscle abducteur de l'arcade temporo-palatine, en constitue inférieurement le plancher. Il est pourvu de deux orifices : l'un, occupant l'angle interne et postérieur, est muni d'une valvule afférente, c'est l'embouchure du vasolymphe sous-vertébral; l'autre, pratiqué à l'angle interne et antérieur, communique avec une branche de la veine cardinale antérieure, logée dans un canal creusé dans la région pétromastoïdienne. Les dispositions anatomiques de ce réservoir en rendent le jeu facile à comprendre. A chaque mouvement d'expiration, le volet temporo-palatin se rapproche de la base du crâne, la cavité du réservoir se trouve rétrécie, et la lymphe comprimée, s'échappant par l'orifice antérieur qu'elle trouve libre, passe dans la veine cardinale; quand, par un mouvement contraire, le volet palatin s'éloigne de la ligne

médiane, au moment de l'inspiration, le réservoir s'élargit, et le liquide du vasolymphe sous-vertébral peut s'y déverser.

» En résumé, le système lymphatique du Congre se compose essentiellement d'un vasolymphe sous-vertébral, simple en arrière, double en avant, recevant les lymphatiques viscéraux et ceux de l'appareil respiratoire, et se dilatant, avant de se jeter dans le système à sang coloré, en un réservoir compressible, qui joue le rôle d'un cœur lymphatique. »

MM. Brown et Fraser adressent d'Edimbourg des observations relatives à la Note communiquée à l'Académie, le 2 novembre 1868, par *MM. Jolyet* et *A. Cahours*, sur l'action physiologique des iodures de méthylstrychnium et d'éthylstrychnium. En donnant à l'Académie l'indication de trois articles déjà publiés par eux à ce sujet, ils signalent quelques différences entre les résultats qu'ils avaient obtenus et ceux des auteurs français, différences qui tiendraient, selon eux, à un défaut de pureté dans les substances employées par ces derniers.

M. E. Ferrière adresse une Note sur la combustion de l'hydrogène phosphoré.

M. Conté adresse une Note destinée à établir que, sur un même pied de vigne, les branches horizontales étant attaquées par l'oïdium, les branches maintenues dans une position verticale en peuvent être préservées.

M. Beghin adresse de Saint-Louis (Sénégal) la description de deux procédés qui lui paraissent devoir conduire à la fabrication du diamant.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie présente, par l'organe de M. **Chasles**, la liste suivante de candidats à la place de Correspondant laissée vacante dans son sein par la mort de *M. Plucker* :

En première ligne. . . . . . . M. **Kronecker**, à Berlin.

En seconde ligne et par ordre alphabétique . . . .
M. **Borchardt**, à Berlin.
M. **Brioschi**, à Florence.
M. **Clebsch**, à Gottingue.
M. **O. Hesse**, à Kœnigsberg.
M. **de Jonquières**, à Toulon.
M. **Richelot**, à Kœnigsberg.
M. **Rosenhain**, à Berlin.
M. **G. Salmon**, à Dublin.
M. **W. Thomson**, à Glascow.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 décembre 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Les époques géologiques de l'Auvergne; par M. LECOQ, Correspondant de l'Institut. Paris, 1867; 5 vol. in-8°, avec atlas géologique du département du Puy-de-Dôme. (Adressé par l'auteur au concours Cuvier, 1869.)

Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles, comprenant la description et l'iconographie du squelette et du système dentaire de ces animaux; par MM. VAN BENEDEN *et* P. GERVAIS, Correspondants de l'Académie, 3e livraison, texte et planches. Paris, 1868; texte in-4°, planches in-folio.

Notice sur les travaux anatomiques, physiologiques et zoologiques de M. A. DUMÉRIL. Paris, 1868; in-4°.

Les habitants primitifs de la Scandinavie : essai d'ethnographie comparée; par M. SVEN-NILSSON. Première partie : *l'Age de la pierre,* traduit du suédois sur le manuscrit de la 3e édition préparée par l'auteur. Paris, 1868; in-8° relié. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Expériences et considérations théoriques sur un nouveau système d'écluses de navigation; par M. A. DE CALIGNY. Paris, 1866; in-4°.

Sur un moyen d'éviter l'oscillation en retour dans une de ses machines hydrauliques, sans que l'on soit obligé d'augmenter la profondeur des fondations, ni d'employer des soupapes ou autres obturateurs gardant l'eau dans deux sens opposés alternativement; par M. A. DE CALIGNY. Paris, 1867, in-4°.

Principes d'une nouvelle turbine à double couronne mobile et à lames liquides oscillantes; considérations nouvelles sur les roues verticales à aubes courbes; par M. A. DE CALIGNY. Paris, 1868; in-4°.

Mémoire sur une machine soufflante comprenant un travail inédit sur le même sujet; par M. A. DE CALIGNY. Paris, 1868; in-4°.

Extrait d'une Lettre adressée à M. Liouville par M. A. DE CALIGNY. Paris, 1868; in-4°.

(Ces cinq derniers opuscules sont extraits du *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*)

Sur un scolex de cestoïde trouvé chez un Dauphin; par M. Ed. VAN BENE-

DEN. Paris, 1868; opuscule in-8°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*)

E. Millon : Notice biographique; par M. Hip. FAURE. Châlons-sur-Marne, 1868; br. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, année 1867. Châlons-sur-Marne, 1868; in-8°.

Recueil des actes du Comité médical des Bouches-du-Rhône, publié sous la surveillance du Président, M. le Dr A. SICARD, t. VII, 2e fascicule, mai à décembre 1867; t. VIII, 1er fascicule. Marseille, 1868; in-8°. (2 exemplaires.)

Nivellement de précision de la Suisse, exécuté par la Commission géodésique fédérale, sous la direction de MM. A. HIRSCH *et* E. PLANTAMOUR, 2e livraison. Genève et Bâle, 1868; in-4°.

Matériaux pour la paléontologie suisse, ou Recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes, publié par M. J.-F. PICTET, 4e série, 10e et 11e livraisons. Genève et Bâle, 1868; in-4° avec planches.

Recherches sur l'absorption des médicaments faites sur l'homme sain; par M. DEMARQUAY. Paris, 1867; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

De l'absorption par les plantes; par M. J.-N. DEMARQUAY. Paris, 1867-68; in-4°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

Le Monténégro, le pays et ses habitants; par M. le Dr A. BOULONGNE. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Memoir... *Mémoire sur Valentine Mott; par* M. S.-D. GROSS. New-York, 1868; in-8° relié. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Proceedings... *Procès-verbaux des réunions scientifiques de la Société Zoologique de Londres,* 1868, 2e partie, mars à juin. Londres, 1868; in-8°.

Medico chirurgical... *Transactions médico-chirurgicales publiées par la Société royale médicale et chirurgicale de Londres,* 2e série, t. XXXIII. Londres, 1868; in8° relié.

La Scienza... *La Science à l'Exposition universelle de Paris en* 1867 : *Observations* du professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1868; in-8°.

Dei... *Des caractères de la trombe terrestre tombée dans le Frioul, le* 28 *juillet* 1867; *relation par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1868; opuscule in-8°.

Memorie... *Mémoires de l'Académie d'Agriculture, Commerce et Arts de Vérone*, t. XI, *contenant les observations relatives au climat de Vérone et les lois auxquelles ce climat est soumis; par* le professeur ZANTEDESCHI. Vérone, 1862; in-8°.

Leggi... *Loi du climat de Milan et origine de la rosée et de la gelée blanche; par* le professeur ZANTEDESCHI. Brescia, 1864; in-8°.

Le leggi... *La loi du climat milanais; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1860; in-8°.

Meteorologia... *Météorologie italienne; par* le professeur ZANTEDESCHI : t. II, *Loi du climat lombard, climat de Brescia*. Brescia, 1862; in-8°.

Intorno... *Note relative à quelques modifications apportées au thermométrographe à indice; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1865; br. in-8°.

Ricerche... *Recherches relatives aux oscillations calorifiques et magnétiques; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1866; in-8°.

Intorno... *Notes concernant les oscillations calorifiques horaires, diurnes, mensuelles et annuelles pour* 1866; *par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1868; in-8°.

Dell'... *Des variations horaires, diurnes, mensuelles et annuelles de la température à la superficie et à l'intérieur du globe; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1865; in-8°.

Del... *Du climat d'Udine; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1859; br. in-8°.

Del... *Du climat de Catane; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1859; br. in-8°.

Dell'... *De l'influence de l'électricité, etc.*; *par* le professeur ZANTEDESCHI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Documenti... *Documents communiqués par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1865; br. in-8°.

Lettera... *Lettre du* professeur Fr. ZANTEDESCHI *au R. P. A. Secchi*. Padoue, 1862; br. in-8°.

Intorno... *Note relative à la distribution du calorique dans l'atmosphère italienne; par* le professeur ZANTEDESCHI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Della... *De la distribution des pluies en Italie pendant les diverses saisons de l'année; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1860; in-8°.

Dei... *Des caractères astrométéorologiques pendant le premier trimestre de* 1866; *par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1866; in-8°.

Specchio... *Coup d'œil sur l'année météorologique de Turin; par* le professeur ZANTEDESCHI. Padoue, 1862; in-8°.

Intorno... *Lettre inédite du Comm.* Fr. CARLINI *au professeur* Fr. ZANTEDESCHI. Venise, 1863; in-8°.

Di... *Sur un électroscope dynamico-atmosphérique; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1862; in-8°.

ERRATUM.

(Séance du 7 décembre 1868.)

Pages 1135, 1136, 1137, *au lieu de* $\sum v^2$, *lisez* Σv^2.